

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г.В. Сакаш

подпись

инициалы, фамилия

«___» _____ 2016 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
в форме дипломного проекта

СИСТЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ ГОРОДА

Пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

С.В. Ковтунов

инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Продолжение титульного листа дипломного проекта по теме
Система водоотведения города

Консультанты по
разделам:

Система водоотведения
наименование раздела

подпись, дата

Приймак Л.В.
инициалы, фамилия

Технология и организация
строительства трубопровода
наименование раздела

подпись, дата

Приймак Л.В.
инициалы, фамилия

Технико-экономические
расчеты и обоснования
наименование раздела

подпись, дата

Категорская Т.П.
инициалы, фамилия

Автоматизация
наименование раздела

подпись, дата

Приймак Л.В.
инициалы, фамилия

Охрана окружающей среды
наименование раздела

подпись, дата

Приймак Л.В.
инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности
и охрана труда
наименование раздела

подпись, дата

Гуменная Е.Ю.
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Приймак Л.В.
инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия

«___» _____ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломного проекта**

Студенту Ковтунову Сергею Владимировичу
Группа ЗИЭ 10-21К Направление (специальность) 270112.65
«Водоснабжение и Водоотведение»

Тема выпускной квалификационной работы Система водоотведения города

Утверждена приказом по университету № 4950/с от 11.04.2016
Руководитель ВКР: Л.В. Приймак, к.т.н., доцент кафедры ИСЗиС, ИСИ СФУ

Исходные данные для ВКР плотность населения 290 чел./га, норма водоотведения 280 л/сут·чел; количество рабочих смен на предприятии: 3; глубина промерзания: 2,7 м; грунты по трассе строительства: почвенно-растительный слой – 0,3 м; суглинок – 2 м; суглинок тугопластичный – 2 м; супесь – 2 м; гравийный песок – 2 м; средняя глубина залегания грунтовых вод – 9 м; по отношению к бетону агрессивны; разбивка типового квартала по роду поверхности в %: крыши – 30%; асфальтные покрытия – 15%; гравийные садово-парковые дорожки – 15%; спланированные площади без замощения – 15%; газоны и зеленые насаждения – 25%.

Перечень разделов ВКР: 1 Система и схема водоотведения города; 2 Канализационные насосные станции; 3 Канализационные очистные сооружения; 4 Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду; 5 Автоматизация очистных сооружений; 6 Технология и организация строительства трубопровода; 7 Безопасность жизнедеятельности; 8 Техничко-экономические расчёты

Перечень графического материала: Лист 1 Генплан города М 1:5000, лист 2 Продольный профиль главного канализационного коллектора, лист 3 Канализационная насосная станция, Лист 4 Высотная схема движения сточных вод очистных сооружений, Лист 5 Генплан канализационных очистных сооружений М 1:500, Лист 6 План группы отстойников. План, разрез; Лист 7 Принципиальная схема АСР процесса биологической очистки, Лист 8 Календарный план производства работ. График передвижения рабочей силы, Лист 9 Схемы производства работ по прокладке трубопровода, Лист 10 Структура локального сметного расчета.

Руководитель ВКР

подпись

Л.В. Приймак
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

С.В. Ковтунов
инициалы и фамилия студента

11.03.2016 г.

3.12 Вторичный радиальные отстойники	65
3.13 Иловая насосная станция	66
3.14 Обеззараживание сточных вод УФ облучением	67
3.15 Доочистка фильтрованием	68
3.16 Выпуск сточных вод в водоем	70
3.17 Расчет сооружений для обработки осадка	71
4 Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду	75
4.1 Общие положения	75
4.2 Нормирование качества водного объекта	75
4.3 Оценка технологии очистки сточных вод	76
4.4 Определение количества образующихся твердых отходов	77
4.5 Санитарно-защитная зона очистных сооружений	80
4.6 Расчет размера плат за загрязнение водного объекта	80
5 Автоматизация очистных сооружений	82
6 Технология и организация строительства трубопровода	87
6.1 Определение объемов земляных работ	87
6.1.1 Подбор колодцев	88
6.1.2 Объем грунта, подлежащий разработке	89
6.1.3 Объем грунта, разрабатываемого вручную	90
6.1.4 Определение объема грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства	92
6.2 Предварительный выбор комплекта машин	94
6.2.1 Методика выбора экскаватора для отрывки траншей	94
6.2.2 Выбор марки средства транспортирования избыточного грунта за пределы строительства	95
6.2.3 Выбор механизма для обратной засыпки траншеи и ее планировки ..	97
6.3 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин	98
6.4 Определение размеров забоя	101
6.5 Выбор кранового оборудования	102
7 Безопасность жизнедеятельности	104
7.1 Задачи и функции безопасности жизнедеятельности	104
7.2 Безопасность жизнедеятельности на производстве	105
7.3 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности	106
7.4 Факторы, воздействующие на человека в процессе труда	106
7.5 Организация эксплуатации насосных станций	107
7.6 Техника безопасности и противопожарные мероприятия при работе на насосных станциях	109
7.7 Требования безопасности при эксплуатации насосных станций	110
8 Техничко-экономические расчёты.....	114
8.1 Общие положения	114
8.2 Сведения по определению сметной стоимости проекта	114
8.3 Локальный сметный расчёт земляных работ	116
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	119
ПРИЛОЖЕНИЕ А	

						ДП-270112.65-2016 ПЗ	Лист

ВВЕДЕНИЕ

Сточные воды образуются при использовании природной или водопроводной воды для бытовых целей и технологических процессов промышленных предприятий. К сточным водам относятся также атмосферные осадки – дождевые и талые воды, выпадающие на территориях городов, населенных мест и промышленных предприятий. Такие воды являются источником различных заболеваний и распространения эпидемий.

Системы водоотведения устраняют негативные последствия воздействия сточных вод на окружающую природную среду. После очистки сточные воды обычно сбрасываются в водоемы. Наиболее совершенными системами являются замкнутые системы водоотведения, обеспечивающие очистку сточной воды до качества, при котором возможно повторное использование воды в промышленности или сельском хозяйстве.

Без водоотведения невозможно строить здания высотой более 2-3 этажей. Потребление и отвод воды от каждого санитарного прибора, квартиры и здания без ограничения обеспечивают высокие санитарно-эпидемиологические и комфортные условия жизни людей. Только современные сплавные системы водоотведения позволили людям оборудовать свои квартиры не только раковинами для мойки посуды и умывальниками, но и ваннами с использованием горячей воды.

Кроме этого, постоянный рост и развитие промышленности привел к возрастанию объемов производственных сточных вод и степени их загрязненности. Правильно запроектированные и построенные системы отведения стоков при нормальной эксплуатации позволяют своевременно отводить огромные количества сточных вод, не допуская аварийных ситуаций со сбросом стока в водоемы. Это, в свою очередь, позволяет значительно снизить затраты на охрану окружающей среды и избежать ее катастрофического загрязнения.

Системы водоотведения – комплекс сооружений, предназначенный для приема и отведения сточных вод всех категорий. Удаление сточных вод за пределы населенных пунктов и промышленных предприятий осуществляется, как правило, самотеком по трубам и каналам, поэтому их прокладывают с уклоном. В современных городах устраивают централизованную систему водоотведения, состоящую из внутренних и наружных водоотводящих сетей, насосных станций и очистных сооружений.

Различают несколько систем водоотведения, но на современном этапе, как правило, используется раздельного типа. В раздельной системе водоотведения предусматривается две трубопроводной сети – ливневая и хозяйственно-бытовая.

Схемой водоотведения называется технически и экономически обоснованное проектное решение принятой системы водоотведения с учетом местных условий и перспектив развития объекта водоотведения.

1 Система и схема водоотведения города

1.1 Проектирование водоотводящих сетей города

Схема водоотведения обслуживаемого объекта (города или промышленного предприятия) включает сооружения, которые по своему назначению делятся на две основные группы.

К первой группе относятся оборудование и сооружения, предназначенные для приема и транспортирования сточных вод:

- внутренние водоотводящие устройства и трубопроводы,
- наружная водоотводящая сеть,
- насосные станции и напорные водоводы.

Ко второй группе относятся очистные станции и сооружения и выпуски сточных вод в водоем

Хозяйственно-бытовая внутренняя водоотводящая сеть включает в себя приемники сточных вод (унитазы, умывальники, раковины и т.д.), отводные трубопроводы к стояку, стояки и выпуски из зданий.

Внутренние водостоки состоят из приемных воронок, отводных труб, стояков и внутренних коллекторов.

Наружная водоотводящая сеть состоит из подземной сети труб и каналов, прокладываемых с уклоном. Эти сети разделяются на дворовые, внутриквартальные и уличные.

Дворовая водоотводящая сеть располагается в пределах одного двора и обслуживает одно или несколько зданий, она включает в себя выпуски из зданий, приемные и смотровые колодцы, а также систему подземных труб диаметром 150-200 мм. Внутриквартальная сеть располагается в пределах квартала или микрорайона и состоит из тех же элементов, что и дворовая.

Уличная водоотводящая сеть служит для транспортирования сточных вод, поступающих от отдельных кварталов населенного пункта.

При необходимости перекачки сточных вод из отдельных районов устраивают насосные станции и напорные трубопроводы сточных вод.

От главной насосной станции стоки поступают на очистные сооружения канализации, где происходит их очистка до необходимой степени.

Выпуски воды в водоем – специальные сооружения, конструкция которых обусловлена следующими требованиями: обеспечение быстрого и интенсивного смешения сточных вод с водой водоема и исключение разрушения самого выпуска потоками сбрасываемой сточной воды и воды водоема.

1.2 Принципы проектирования водоотводящих сетей

Основным документом для разработки проекта водоотводящей сети является проект районной планировки или проект планировки и застройки города.

Проектирование водоотводящих сетей начинается с разбивки территории города на бассейны водоотведения и выбора системы и схемы водоотведения.

Затем определяется место расположения канализационных очистных сооружений и место выпуска очищенных сточных вод.

Следующий этап трассировки – разбивка сети по бассейнам водоотведения. Для этого намечается трасса главного коллектора, трассы коллекторов бассейнов водоотведения, выявляются районы, для которых требуется перекачка стоков, выбираются площадки для размещения насосных станций и намечается принципиальная схема водоотведения города.

Водоотводящие сети городов, населенных мест и промышленных предприятий проектируются самотечными. При большом заглублении сети устраиваются насосные станции, которые перекачивают сточные воды из глубоких коллекторов или на очистные сооружения.

1.3 Выбор системы и схемы водоотведения

В дипломном проекте принята полная раздельная система водоотведения.

Схема водоотведения принята в зависимости от системы водоотведения, особенностей рельефа местности и размеров канализуемой территории.

Поскольку генеральный план местности имеет ярко выраженный рельеф с уклоном к водному объекту, то применяем пересеченную схему, при которой главный коллектор проектируется вдоль берега реки по пониженной части городской территории, а районные коллекторы прокладываются перпендикулярно главному.

Вся канализуемая территория разбита на два бассейна. Сточные воды от города и одного промышленного предприятия отводятся самотеком в главный коллектор, и затем на городские канализационные очистные сооружения, а сточные воды от второго промышленного предприятия перекачиваются непосредственно на очистные сооружения.

При заглублении коллектора более 7 метров, предусматривается насосная станция. От насосной станции сточные воды перекачиваются в канализационный колодец, в котором водоотводящая линия начнется с минимально допустимой глубины заложения, зависящей от глубины промерзания грунта. Главная канализационная насосная станция установлена в конце коллектора перед канализационными очистными сооружениями.

1.4 Трассировка водоотводящих сетей

При полной раздельной системе водоотведения предусматривают прокладку по проездам двух сетей – хозяйственно-бытовой и для отведения поверхностного стока. Дождевую сеть трассируют так, чтобы расстояние от места выпуска сточных вод в ближайший водоем или тальвег было наименьшим.

Трассировкой называется начертание водоотводящей сети на генеральном плане канализуемого объекта. Это один из самых ответственных этапов при составлении схемы, так как от принятых принципов трассировки зависит стоимость всей системы водоотведения.

Трассировка начинается с проектирования главного и отводящего (загородного) коллекторов, которые обычно трассируют по тальвегам, по набережным рек и ручьев. В пределах застройки все коллекторы трассируют по городским проездам в зеленых или технических зонах. При этом необходимо максимально использовать естественный уклон местности и учитывать наиболее благоприятные геологические и гидрологические условия прокладки. При проектировании обычно разрабатывают несколько возможных вариантов схем трассировки коллекторов и выбирают наиболее выгодный по технико-экономическим показателям при равноценности санитарно-технических показателей. Уличные сети трассируются по проездам и внутри кварталов по наикратчайшему направлению от водоразделов к тальвегам с уклоном, по возможности равным уклону поверхности.

В дипломном проекте трассировка выполнена по объемлющей схеме и по пониженной грани с учётом рельефа местности и застройки кварталов.

По объемлющей схеме участки сети проектируют по проездам, опоясывающим квартал со всех сторон. Этот метод применяется при плоском рельефе местности (до 0,007) и больших размерах кварталов.

По методу «по пониженной грани» участки сети прокладываются только по наиболее низким граням кварталов. Этот метод применяют при выраженном рельефе, с падением поверхности земли к одной или двум граням квартала (уклон более 0,008-0,01).

1.5 Расчёт хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

1.5.1 Расчёт расходов сточных вод от населения

Суточный расход воды (средний за год) от населения определён согласно нормативным документам [1, 2]:

$$Q_{сут.ср} = \frac{q_{жс} \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.1)$$

где $q_{жс}$ – удельное водоотведение, л/сут на 1 чел.;

1.5.2 Расчет расходов сточных вод от промышленных предприятий

В городе имеется два промышленных предприятия, работающих в 3 смены. Сточные воды промышленных промпредприятий канализуются на территории и, после локальной очистки, поступают в городскую хозяйственно-бытовую сеть.

Суточный расход сточных вод от промышленного предприятия складывается из следующих видов расходов: хозяйственно-бытовых, душевых и производственных.

Расход хозяйственно-бытовых сточных вод, образующихся на промышленном предприятии определен с учётом норм водоотведения [3, 4].

Расчет расхода сточных вод от душевых принят исходя из часового расхода воды на одну душевую сетку (500 л) при продолжительности работы душевой сетки в течение часа 45 мин.

Число человек, пользующихся душем составляет 20% от общего числа работающих. Количество душевых сеток принимается, что на одну душевую сетку приходится 15 человек.

Расходы сточной воды, образующиеся в результате производства продукции, определены с учётом технических процессов и зависят от типа оборудования. Принят по «Укрупненным нормам водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности» [5].

Суммарный расход сточных вод от промышленного предприятия № 1 – $42,46 \text{ м}^3/\text{сут} = 1,77 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,49 \text{ л/с}$.

Для второго предприятия общий отводимый расход сточных вод составляет $7671,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 319,6 \text{ м}^3/\text{ч} = 88,8 \text{ л/с}$.

Вычисленные расходы сточных вод, образующихся от объектов канализования занесены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Суммарный суточный расход сточных вод по часам суток

Часы суток	Расход хозяйственно-бытовых сточных вод от жилой застройки		Расход сточных вод от промышленных предприятий, м³/ч		Суммарный расход сточных вод, м³/ч	Процент от суммарного расхода сточных вод, %
	k = %	м³/ч	промышленное предприятие № 1	промышленное предприятие № 2		
0-1	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
1-2	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
2-3	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
3-4	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
4-5	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
5-6	4,31	1232,19	1,77	319,63	1553,56	4,28
6-7	5,32	1520,93	1,77	319,63	1842,30	5,07
7-8	5,22	1486,63	1,77	319,63	1808,00	4,98
8-9	6,46	1846,85	1,77	319,63	2168,22	5,97
9-10	6,46	1846,85	1,77	319,63	2168,22	5,97
10-11	6,46	1846,85	1,77	319,63	2168,22	5,97
11-12	4,6	1315,09	1,77	319,63	1636,46	4,51
13-14	4,0	1143,56	1,77	319,63	1464,93	4,04
13-14	4,8	1372,27	1,77	319,63	1693,64	4,67
14-15	5,32	1520,93	1,77	319,63	1842,30	5,07
15-16	5,32	1520,93	1,77	319,63	1842,30	5,07
16-17	5,32	1520,93	1,77	319,63	1842,30	5,07
17-18	5,32	1520,93	1,77	319,63	1842,30	5,07
18-19	4,31	1232,19	1,77	319,63	1553,56	4,28
19-20	3,0	857,67	1,77	319,63	1179,04	3,25
20-21	3,0	857,67	1,77	319,63	1179,04	3,25
21-22	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
22-23	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
23-24	2,6	743,31	1,77	319,63	1064,68	2,93
Итого	100	28589	42,46	7671,12	36302,58	100

1.6 Расчет водоотводящих сетей города

1.6.1 Расчёт расходов сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Определение расчетных расходов сточных вод на участках водоотводящей сети является одной из основных задач для выполнения гидравлического расчёта водоотводящих сетей. Расчетный участок водоотводящей сети – это трубопровод между двумя точками (колодцами), на котором расход сточных вод постоянен.

Расчетный расход – это максимальный расход сточных вод, пропуск которого должен обеспечить участок водоотводящей сети за расчетный период.

Таблица 1.2 – Определение расчетных расходов сточных вод на участках хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Номер участка коллектора	№ квартала	Площадь части квартала f , га	Расход сточных вод, л/с				Общий максимальный коэффициент неравномерности $K_{gen\ max}$	$q \cdot K_{gen\ max}$	Сосредоточенный расход q_c , л/с	Максимальный расход сточных вод q_{max} , л/с
			попутный q_p	боковой q_b	транзитный $q_{тр}$	расчетный q				
1-3	18а, 17б	12,38	12,13	-	-	12,13	2,06	24,99		24,99
2-3	18б, 20а	12,70	12,45	-	-	12,45	2,05	25,52		25,52
3-5	20г, 19б	7,28	7,13	12,45	12,13	31,71	1,82	57,71		57,71
47-4	20б	3,64	3,57	-	-	3,57	2,50	8,93		8,93
4-5	20в	3,65	3,58	3,57	-	7,15	2,33	16,66		16,66
5-7	22а	4,31	4,22	3,58	31,39	39,19	1,77	69,37		69,37
6-7	22б, 24а	7,35	7,20	-	-	7,20	2,32	16,70		16,70
7-9	24г, 23б	6,43	6,30	7,20	39,19	52,69	1,69	89,05		89,05
48-8	24б	3,12	3,06	-	-	3,06	2,50	7,65		7,65
8-9	24в	3,04	2,98	3,06	-	6,04	2,42	14,62		14,62
10-12	16а	4,44	4,35	-	-	4,35	2,50	10,88		10,88
11-12	16б, 17а	8,21	8,05	-	-	8,05	2,26	18,19		18,19
12-14	17г	4,05	3,97	8,05	4,35	16,37	1,97	32,25		32,25
13-14	17в, 19а	7,50	7,35	-	-	7,35	2,31	16,98		16,98
14-16	19г	3,64	3,57	7,35	12,67	23,59	1,88	44,35		44,35
15-16	19в	3,55	3,48	-	-	3,48	2,50	8,70		8,70
16-18	21а	4,31	4,22	3,48	23,59	31,29	1,82	56,95		56,95
17-18	21б, 23а	7,35	7,20	-	-	7,20	2,32	16,70		16,70
18-19	23г	2,86	2,80	7,20	31,29	41,29	1,76	72,67		72,67
9-19	23в	3,04	2,98	53,01	6,04	62,03	1,68	104,21		104,21
20-23	1а, 2а	5,91	5,67	-	-	5,67	2,45	13,89		13,89
21-23	2б	3,38	3,24	-	-	3,24	2,50	8,10		8,10
22-23	1б	2,53	2,43	-	-	2,43	2,50	6,08	0,49	6,57
23-26	3а, 4а	11,06	10,62	5,67	5,67	21,96	1,89	41,50	0,49	41,99

Окончание таблицы 1.2

Номер участка коллекто- ра	№ квар- тала	Площадь части квартала f , га	Расход сточных вод, л/с				Общий максимальный коэффициент неравномерно- сти $K_{\text{ген max}}$	$q \cdot K_{\text{ген max}}$	Сосредо- точенный расход q_c , л/с	Максимальный расход сточных вод q_{max} , л/с	
			попутный $q_{\text{п}}$	боковой $q_{\text{б}}$	транзит- ный $q_{\text{тр}}$	расчетный q					
24-26	4б	5,83	5,60	-	-	5,60		2,45	13,72	0,49	13,72
25-26	3б	5,23	5,02	-	-	5,02		2,50	12,55	0,49	12,55
26-27	7а	4,17	4,00	10,62	21,96	36,58		1,79	65,48	0,49	65,97
28-27	7б	4,17	4,00	-	-	4,00		2,50	10,00	0,49	10,00
27-29	10а	2,47	2,37	4,00	36,58	42,95		1,75	75,16	0,49	75,65
30-29	11	6,24	5,99	-	-	5,99		2,42	14,50	0,49	14,50
31-29	10б	2,47	2,37	-	-	2,37		2,50	5,93	0,49	5,93
29-32	14а	3,06	2,94	8,36	42,95	54,25		1,69	91,68	0,49	92,17
19-32	15	8,12	7,80	44,99	62,03	114,82		1,60	183,71	0,49	183,71
32-38	14б	3,31	3,18	54,25	114,82	172,25		1,58	272,16	0,49	272,65
33-35	6а	4,25	4,08	-	-	4,08		2,50	10,20	0,49	10,20
34-35	6б	4,57	4,39	-	-	4,39		2,50	10,98	0,49	10,98
35-37	9а	2,68	2,57	4,39	4,08	11,04		2,08	22,96	0,49	22,96
36-37	9б	2,91	2,79	-	-	2,79		2,50	6,98	0,49	6,98
37-38	13а	3,28	3,15	2,79	10,73	16,67		1,97	32,84	0,49	32,84
38-44	13б	3,27	3,14	16,98	172,25	192,37		1,58	303,94	0,49	304,43
39-41	5а	5,23	5,02	-	-	5,02		2,50	12,55	0,49	12,55
40-41	5б	5,03	4,83	-	-	4,83		2,50	12,08	0,49	12,08
41-43	8а	2,76	2,65	4,83	5,02	12,5		2,05	25,63	0,49	25,63
42-43	8б	3,10	2,98	-	-	2,98		2,50	7,45	0,49	7,45
43-44	12а	2,76	2,65	2,98	12,69	18,32		1,93	35,36	0,49	35,36
44-45	12б	2,47	2,37	18,13	192,37	212,87		1,57	334,21	0,49	334,70
45-ГКНС	-		-	-	213,36	212,87		1,57	334,21	0,49	334,70
ПП2-ГКНС	-		-	-	88,78	88,78		1,62	143,82	0	143,82

1.6.2 Гидравлический и геодезический расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Гидравлический расчёт водоотводящей сети выполняется с учётом пропуска максимальных расходов сточных вод, определённых на каждом участке водоотводящей сети и заключается в подборе диаметра трубы; уклона, необходимого для создания самоочищающей скорости движения сточных вод; наполнения и самоочищающей скорости, обеспечивающей унос потоком сточных вод, содержащихся в них взвешенных веществ, которые при выпадении могут засорять трубы и каналы.

Согласно [1, п. 5.5.1] наименьшие уклоны трубопроводов и каналов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод. Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм – 0,008, 200 мм – 0,007.

Гидравлический расчет ведется от диктующих точек, по уличным коллекторам и трассе главного коллектора до ГКНС.

Длины расчетных участков приняты по генплану. Назначение диаметров при гидравлическом расчете осуществляется по таблицам Лукиных методом подбора по максимальному секундному расходу q_{\max} , допустимой скорости и наполнению.

Скорость движения воды по коллектору должна возрастать. Расчетная скорость бокового присоединения не должна быть больше расчетной скорости основного коллектора. При больших уклонах боковых веток необходимо устраивать перепадные колодцы на них до присоединения к коллектору.

Слой воды в трубе определяется по формуле

$$h = \frac{h}{d} \cdot \mathbf{d}, \mathbf{M} \quad (1.11)$$

где h/d – наполнение трубы;
 d – диаметр трубы, мм.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ M} \quad (1.12)$$

где i – уклон трубопровода;
 l – длина участка, м.

Геодетический расчет водоотводящей сети начинается с определения начальной глубины заложения участков уличной сети с учетом возможности при-

соединения канализуемых объектов и необходимостью ее предохранения от промерзания:

$$H_{\text{Hay}} = h_{\text{min}} + i(L + l) + (Z_1 - Z_2) + \Delta d, \text{ M} \quad (1.13)$$

где h_{\min} – глубина заложения лотка канализационной трубы в наиболее удаленном колодце квартала, м;

i – уклон дворовой (внутриквартальной) сети;

L – длина дворовой (внутриквартальной) сети на участке от наиболее отдаленного выпуска сточных вод (глубина квартала) до красной линии (красная линия показывает границу жилой застройки), м;

l – длина трубы на участке от красной линии до колодца уличной (принимается равной половине ширине проезда), м;

Z_1 – отметка земли у наиболее удаленного колодца дворовой сети, м;

Z_2 – отметка земли у колодца уличной сети, м;

Δd – разница диаметров уличной и дворовой сети, м.

Согласно [1, п. 6.2.4] глубина заложения лотка канализационной трубы в наиболее удаленном колодце квартала определяется исходя из условия, что наименьшая глубина заложения лотка для труб диаметром до 500 мм принимается: на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта (проникновения нулевой температуры): $h = H_{\text{пр}} - 0,3$ ($H_{\text{пр}}$ – глубина промерзания грунта, принята 2,4 м).

Отметки поверхности земли (начала и конца) определяются по генплану населенного пункта. Отметка поверхности земли в начале следующего участка равна отметке земли в конце предыдущего участка.

Отметка поверхности воды в начале участка: $Z_B^H = Z_{\text{д}}^H + h$.

Отметка поверхности воды в конце участка: $Z_B^K = Z_{\text{л}}^K + h$.

Отметка лотка трубы в диктующей точке: $Z_{\text{л}}^{\text{Д}} = Z_{\text{л}}^{\text{Н}} = Z_3^{\text{Д}} - H_{\text{нач.}}$

Отметка лотка в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{\text{л}}^{\text{H}} = Z_{\text{л}}^{\text{K}} - \Delta d, (\Delta d - \text{разница в диаметрах труб рассчитываемого и предыдущего участков}).$$

Отметка лотка в конце любого участка сети: $Z_{\text{л}}^K = Z_{\text{л}}^H - \Delta h$ (Δh – падение линии трубопровода).

Ведомость гидравлического и геодезического расчета хозяйственно-бытовой водоотводящей сети приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Ведомость гидравлического и геодезического расчетов хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

№ участка	Длина участка l , м	Расход на участке q_{\max} , л/с	Диаметр D , мм	Уклон i	Скорость v , м/с	Наполнение		Падение Δh , м			Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h , м		поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_{л}$		поверхность воды, $Z_{в}$		начало	конец
									начало	конец	начало	конец	начало	конец		
1-3	425	24,99	300	0,0033	0,72	0,49	0,15	1,40	215,00	213,50	212,50	211,10	212,35	210,95	2,50	2,40*
2-3	437,5	25,52	300	0,0033	0,73	0,49	0,15	1,44	215,20	213,50	212,54	211,10	212,39	210,95	2,66	2,40*
3-5	404	57,71	350	0,0029	0,83	0,67	0,23	1,17	213,50	209,40	208,17	207,00	207,94	206,77	5,33	2,40*
47-4	380	8,93	200	0,005	0,64	0,43	0,09	1,90	215,00	211,00	210,50	208,60	210,41	208,51	4,50	2,40*
4-5	437,5	16,66	250	0,004	0,70	0,48	0,12	1,75	211,00	209,40	208,55	206,80	208,48	206,73	2,45*	2,60*
5-7	256	69,37	400	0,0025	0,84	0,63	0,25	0,64	209,40	207,20	205,44	204,80	205,19	204,55	3,96	2,40*
6-7	437,5	16,70	250	0,004	0,70	0,48	0,12	1,75	208,60	207,20	206,20	204,45	206,08	204,33	2,40*	2,75
7-9	360	89,05	450	0,0022	0,86	0,63	0,28	0,79	207,20	202,00	200,39	199,60	200,11	199,32	6,81	2,40*
48-8	350	7,65	200	0,005	0,70	0,56	0,08	1,75	208,40	202,20	201,55	199,80	201,47	199,72	6,85	2,40*
8-9	474,5	14,62	200	0,005	0,73	0,59	0,12	2,37	202,20	202,00	199,80	197,43	199,68	197,31	2,40*	4,57
10-12	250	10,88	200	0,005	0,67	0,48	0,10	1,25	212,20	210,70	207,05	208,30	206,95	208,2	5,15	2,40*
11-12	424,5	18,19	250	0,004	0,72	0,51	0,13	1,70	214,90	210,70	210,00	208,30	209,87	208,17	4,90	2,40*
12-14	424	32,25	300	0,0033	0,77	0,57	0,17	1,40	210,70	207,90	206,90	205,50	206,73	205,33	3,80	2,40*
13-14	427	16,98	250	0,004	0,70	0,48	0,12	1,71	212,40	207,90	207,21	205,50	207,09	205,38	5,19	2,40*
14-16	405,5	44,35	350	0,0029	0,79	0,57	0,20	1,18	207,90	206,00	204,78	203,60	204,58	203,4	3,12	2,40*
15-16	422	8,70	200	0,005	0,64	0,43	0,09	2,11	209,30	206,00	205,71	203,60	205,62	203,51	3,59	2,40*
16-18	243	56,95	350	0,0029	0,83	0,67	0,23	0,70	206,00	204,00	202,30	201,60	202,07	201,37	3,70	2,40*
17-18	431,5	16,70	400	0,0025	0,84	0,63	0,25	1,08	207,30	204,00	202,68	201,60	202,43	201,35	4,62	2,40*
18-19	360	72,67	400	0,0025	0,85	0,65	0,26	0,90	204,00	201,20	199,70	198,80	199,44	198,54	4,30	2,40*
9-19	444,5	104,21	450	0,0022	0,88	0,70	0,32	0,98	202,00	201,20	197,43	196,45	197,11	196,13	4,57	4,75
20-23	255,5	13,89	200	0,005	0,72	0,57	0,11	1,28	209,20	207,80	206,68	205,40	206,57	205,29	2,52	2,40*
21-23	345	8,10	200	0,005	0,64	0,43	0,09	1,73	210,60	207,80	207,13	205,40	207,04	205,31	3,47	2,40*
22-23	237	6,57	200	0,005	0,68	0,51	0,08	1,19	209,40	207,80	206,25	205,06	206,17	204,98	3,15	2,74
23-26	422,5	41,99	350	0,0029	0,78	0,54	0,19	1,23	207,80	206,90	205,06	203,83	204,87	203,64	2,74	3,07

Окончание таблицы 1.3

№ участка	Длина участка l , м	Расход на участке q_{\max} , л/с	Диаметр D , мм	Уклон i	Скорость v , м/с	Наполнение		Падение Δh , м	Геодезические отметки, м						Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h , м		поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_{л.}$		поверхность воды, $Z_{в.}$		начало	конец
									начало	начало	начало	конец	конец	конец		
24-26	323	13,72	200	0,005	0,72	0,57	0,11	1,62	207,90	206,90	205,09	203,47	204,98	203,36	2,81	3,43
25-26	246	12,55	200	0,005	0,71	0,54	0,11	1,23	208,60	206,90	204,32	203,09	204,21	202,98	4,28	3,81
26-27	407	65,97	400	0,0025	0,83	0,60	0,24	1,02	206,90	205,30	203,09	202,07	202,85	201,83	3,81	3,23
28-27	250	10,00	200	0,005	0,67	0,48	0,10	1,25	207,80	205,30	203,63	202,38	203,53	202,28	4,17	2,92
27-29	250	75,65	400	0,0025	0,85	0,67	0,27	0,63	205,30	203,80	202,03	201,40	201,76	201,13	3,27	2,40*
30-29	249	14,50	200	0,005	0,73	0,59	0,12	1,25	203,90	203,80	201,50	200,25	201,38	200,13	2,40*	3,55
31-29	314	5,93	200	0,005	0,65	0,46	0,07	1,57	205,90	203,80	202,97	201,40	202,9	201,33	2,93	2,40*
29-32	350	92,17	450	0,0022	0,86	0,64	0,29	0,77	203,80	202,00	200,25	199,48	199,96	199,19	3,55	2,52
19-32	329,5	183,71	600	0,0017	0,91	0,67	0,40	0,56	201,20	202,00	196,45	195,89	196,05	195,49	4,75	6,11
32-КНС	277,5	272,65	700	0,0014	0,95	0,70	0,49	0,53	202,00	202,40	195,89	195,36	195,40	194,87	6,11	7,04
33-35	266,5	10,20	200	0,005	0,67	0,48	0,10	1,33	208,90	207,80	205,00	203,67	204,90	203,57	3,90	4,13
34-35	243	10,98	200	0,005	0,67	0,48	0,10	1,22	209,50	207,80	206,03	204,81	205,93	204,71	3,47	2,99
35-37	274,5	22,96	250	0,004	0,75	0,58	0,15	1,10	207,80	206,00	203,67	202,57	203,52	202,42	4,13	3,43
36-37	409	6,98	200	0,005	0,68	0,51	0,08	2,05	208,20	206,00	205,48	203,43	205,40	203,35	2,72	2,57
37-КНС	345	32,84	300	0,0033	0,77	0,57	0,17	1,14	206,00	202,20	200,94	199,80	200,77	199,63	5,06	2,40*
КНС-44	321,5	304,43	800	0,0013	0,94	0,62	0,50	0,36	202,20	202,40	199,80	199,44	199,30	198,94	2,40*	2,96
39-41	374,5	12,55	200	0,005	0,71	0,54	0,11	1,87	211,20	209,70	208,42	206,55	208,31	206,44	2,78	3,15
40-41	274	12,08	200	0,005	0,71	0,54	0,11	1,37	210,40	209,70	207,90	206,53	207,79	206,42	2,50	3,17
41-43	243,5	25,63	300	0,0033	0,73	0,49	0,15	0,80	209,70	208,20	206,53	205,73	206,38	205,58	3,17	2,47
42-43	256	7,45	200	0,005	0,70	0,56	0,08	1,28	208,90	208,20	206,50	205,22	206,42	205,14	2,40	2,98
43-44	345	35,36	350	0,0089	0,75	0,50	0,18	3,07	208,20	202,40	203,47	200,40	203,29	200,22	4,73	2,40*
44-45	237,5	334,70	800	0,0013	0,95	0,66	0,53	0,31	202,40	203,40	199,44	199,13	198,91	198,60	2,96	4,27
45-ГКНС	485	334,70	800	0,0013	0,95	0,66	0,53	0,63	203,40	202,00	199,13	198,47	198,60	197,94	4,27	3,53
ПП2-ГКНС	245	143,82	450	0,0022	0,85	0,62	0,28	0,54	206,40	202,00	200,14	199,60	199,86	199,32	6,26	2,40*

1.6.3 Расчет и проектирование водоотводящей сети поверхностного стока

Расчет водостока произведен по одной из улиц плана города со спуском и отведением в водоем или ближайший тальвег. Определён бассейн стока расчетной трассы. Определение площадей стока произведено только в тех кварталах, которые входят в бассейн стока, выб ранного для расчета участка сети.

Расчетные расходы поверхностных сточных вод определены по методу предельных интенсивностей.

Расчетная интенсивность дождя:

$$q = \frac{A}{T^n}, \text{ л/с} \cdot \text{га} \quad (1.14)$$

где A – многофакторный безразмерный параметр, зависящий от географического положения и метеоусловий,

T – продолжительность дождя в мин.,

n – метеорологический параметр.

Величина A определена по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n (1 + \lg P / \lg m_r)^\gamma, \quad (1.15)$$

$$A = 70 \cdot 20^{0,69} \left(1 + \frac{\lg 1,5}{\lg 130} \right)^{1,54} = 627$$

где q_{20} – интенсивность дождя для Красноярского края, продолжительностью 20 мин при $P = 1,5$ год (устанавливается по карте изолиний страны), 70 л/с·га;

P (год) – период однократного превышения расчетной интенсивности;

m_r – среднее число дождей в год, 130;

γ – метеорологический параметр, 1,54.

Для определения расхода стока с единицы поверхности площади в формулу $q = \frac{A}{T^n}$ вводится коэффициент стока Ψ :

$$q = 0,28 \cdot 11,52 \text{ л/с}$$

Коэффициент стока определяется по формуле

$$\Psi = Z_{cp} \cdot q^{0,2} \cdot T^{0,1}, \quad (1.16)$$

$$\Psi = 0,117 \cdot 11,52^{0,2} \cdot 54,42^{0,1} = 0,28$$

где Z_{mid} – средний коэффициент, зависящий от рода поверхностных покровов на рассматриваемой площади стока, определяемый по таблицам частных значений для каждого рода поверхностного покрова типового квартала и усредняемый, в зависимости от соотношения этих покровов в типовом квартале, 0,117;

T_n – продолжительность дождя, определяемая как сумма времени добегания воды от наиболее удаленной точки площади стока до расчетного сечения, мин.

$$T_n = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин} \quad (1.17)$$

где t_{con} – время добегания воды до уличного лотка (время поверхностной концентрации дождевого стока), 5-10 мин.

$$t_{can} = 0,021 \cdot \Sigma \frac{l_{can}}{v_{can}}, \text{ мин} \quad (1.18)$$

где l_{can} – длина участка, м,
 v_{can} – расчетная скорость, 1 м/с.

$$t_p = 0,017 \cdot \Sigma \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (1.19)$$

где l_p – длина расчетного участка, м;
 v_p – расчетная скорость, 1,5 м/с;

После подстановок окончательная расчетная формула является основной для дождевой сети и имеет вид:

$$q_{col} = \beta \frac{A^{1,2} \cdot Z_{mid}}{(t_{кон} + T_l + T_{mp})^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (1.20)$$

Время $T_{тр}$ определено на каждом расчетном участке как сумма времени протока от начальной точки коллектора до рассчитываемого сечения.

Величины отметок лотка трубы определяются так же, как при расчете хозяйственно-бытовой канализации.

Ведомость гидравлического и геодезического расчетов водоотводящей сети поверхностного стока приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Ведомость гидравлического и геодезического расчетов водоотводящей сети поверхностного стока

№ участ ка	L, м	Площадь стока, га			V, м/с	Время прото- ка, мин		Ин- тен- сив- ность до- ждя	Рас- чёт- ный рас- ход	Рас- чёт- ная ско- рост ь	D, м	i	i · L, м	Геодезические отметки, м				Глубина, м	
		дан но- го уча стк а	вы ше ле жа ща я	рас чёт на я		по уча стк ам	нарас- таю- щим пото- ком от начала коллек- тора							поверхности земли		лотка трубы		нача ло	ко- нец
														нача- ло	конец	начало	конец		
1-3	425	0,4		0,4	1	7,08	7,08	50,12	20,05	0,79	200	0,005	2,13	215,1	213,7	213,9	211,58	1,20	2,13
3-2	437,5	0,4		0,4	1	7,29	14,38	41,17	16,47	0,76	200	0,005	2,19	213,7	215	211,58	209,39	2,13	5,61
3-5	404	0,4	0,8	1,2	1	6,73	21,11	36,16	43,39	0,95	250	0,005	2,02	213,7	209,7	209,29	207,27	4,41	2,43
5-4	437,5	0,4		0,4	1	7,29	28,40	31,52	12,61	0,76	250	0,011	2,19	209,7	211,2	207,37	205,18	2,33	6,02
5-7	256	0,4	1,6	2	1	4,27	32,67	30,91	61,82	1,3	250	0,011	2,82	209,7	207,4	205,08	202,26	4,62	5,14
7-6	437,5	0,4		0,4	1	7,29	39,96	26,75	10,70	0,72	250	0,011	2,63	207,4	208,8	202,41	205,04	4,99	3,76
7-9	467,5	0,4	2,4	2,8	1	7,79	47,75	24,24	67,87	1,05	300	0,014	6,55	207,4	199,8	205,19	198,64	2,21	1,16
9-8	474,5	0,4	2,8	3,2	1	7,91	55,66	22,29	71,31	1,04	300	0,002	0,95	199,8	199,8	198,64	197,70	1,16	2,11
10-12	250	0,4		0,4	1	4,17	59,83	22,19	8,88	0,7	250	0,011	1,50	212,2	210,7	197,55	196,05	14,66	14,6
12-11	424,5	0,4		0,4	1	7,08	66,90	20,24	8,10	0,78	250	0,011	3,40	210,7	214,7	196,10	199,49	14,61	15,2
12-14	424	0,4	0,8	1,2	1	7,07	73,97	19,08	22,90	0,78	200	0,002	0,85	210,7	207,7	199,44	198,59	11,26	9,11
14-13	427	0,4		0,4	1	7,12	81,08	18,06	7,22	0,75	250	0,011	3,42	207,7	213,3	198,69	202,11	9,01	11,1
14-16	405,5	0,4	1,6	2	1	6,76	87,84	17,25	34,50	0,76	250	0,003	1,42	207,7	205,9	202,01	200,59	5,69	5,31
16-15	422	0,4		0,4	1	7,03	94,88	16,42	6,57	0,77	250	0,011	3,80	205,9	209,4	200,49	204,29	5,41	5,11
16-18	243	0,4	2,4	2,8	1	4,05	98,93	16,31	45,66	1,1	250	0,006	1,58	205,9	203,8	200,49	198,91	5,41	4,89
18-17	431,5	0,4		0,4	1	7,19	106,12	15,30	6,12	0,72	250	0,011	3,45	203,8	207,2	199,01	202,46	4,79	4,74
18-19	454,5	0,4	3,2	3,6	1	7,58	113,69	14,62	52,63	1,23	250	0,009	4,09	203,8	199,5	199,11	195,02	4,69	4,48
9-19	444,5	0,4	6,8	7,2	1	7,41	121,10	14,06	101,2	1,13	350	0,005	2,22	199,8	199,5	198,74	196,52	1,06	2,98
20-23	255,5	0,4		0,4	1	4,26	125,36	13,98	5,59	0,72	250	0,011	2,04	209,2	207,9	207,19	205,15	2,01	2,80
23-21	322,5	0,4		0,4	1	5,38	130,73	13,52	5,41	0,72	250	0,011	2,58	207,95	210,6	205,15	207,73	2,80	2,92

Окончание таблицы 1.4

23-22	237	0,4		0,4	1	3,95	134,68	13,36	5,34	0,72	250	0,011	1,90	207,95	209,6	205,20	207,09	2,75	2,51
23-26	422,5	0,4	0,8	1,2	1	7,04	141,73	12,73	15,28	0,81	200	0,006	2,54	207,95	206,72	205,10	202,56	2,85	4,16
26-24	323	0,4		0,4	1	5,38	147,11	12,52	5,01	0,69	250	0,011	2,58	206,72	207,73	202,56	205,15	4,16	2,58
26-25	246	0,4		0,4	1	4,10	151,21	12,36	4,94	0,69	250	0,011	1,97	206,72	207,55	202,663	204,63	4,06	2,92
26-29	407	0,4	2,4	2,8	1	6,78	157,99	11,87	33,24	0,76	250	0,004	1,63	206,72	205,3	202,46	200,84	4,26	4,47
29-28	303	0,4		0,4	1	5,05	163,04	11,71	4,68	0,69	250	0,011	2,42	205,3	207,6	200,84	203,26	4,47	4,34
29-27	250	0,59		0,59	1	4,17	167,21	11,55	6,82	0,7	250	0,011	1,75	205,3	205,8	200,935	199,19	4,37	6,62
29-31	264,5	0,4	3,79	4,19	1	4,41	171,62	11,34	47,53	1,1	250	0,0065	1,72	205,8	203,6	200,835	199,12	4,97	4,48
31-30	304,5	0,4		0,4	1	5,08	176,69	11,09	4,44	0,69	250	0,011	2,44	205,8	203,9	200,835	198,40	4,97	5,50
31-32	249,5	0,4		0,4	1	4,16	180,85	10,96	4,38	0,69	250	0,011	2,00	205,8	203,62	200,835	198,84	4,97	4,78
31-33	415	0,4	4,99	5,39	1	6,92	187,77	10,58	57,03	1,03	300	0,005	2,08	205,8	200,6	200,685	198,61	5,12	1,99
33-19	323	0,4	15,39	15,79	1	5,38	193,15	10,44	164,81	1,12	450	0,0035	1,13	200,6	199,5	198,51	197,38	2,09	2,12
34-36	368	0,4		0,4	1	6,13	199,28	10,19	4,08	0,69	250	0,011	1,84	208,4	207,9	203,25	201,41	5,15	6,49
36-35	281	0,4	0,4	0,8	1	4,68	203,97	10,08	8,07	0,78	250	0,011	2,25	207,9	209,7	201,41	203,66	6,49	6,04
36-38	264,5	0,4	0,8	1,2	1	4,41	208,38	9,95	11,94	0,77	250	0,011	1,85	207,9	205,85	201,41	199,56	6,49	6,29
38-37	281	0,4		0,4	1	4,68	213,06	9,79	3,92	0,75	250	0,011	3,37	205,85	208,2	199,611	202,98	6,24	5,22
38-39	429	0,4	1,6	2	1	7,15	220,21	9,50	19,00	0,78	200	0,005	2,15	205,85	200,5	199,861	197,72	5,99	2,78
39-33	277	0,4	23,18	23,58	1	4,62	224,83	9,44	222,56	1,17	500	0,0035	0,97	200,5	200,6	197,366	196,40	3,13	4,20
40-42	365	0,4		0,4	1	6,08	230,91	9,23	3,69	0,75	250	0,011	6,21	211	209,6	209,02	202,81	1,98	6,79
42-41	283,5	0,4		0,4	1	4,73	235,63	9,14	3,65	0,75	250	0,011	3,40	209,6	209,65	202,81	206,21	6,79	3,44
42-44	265,5	0,4	0,8	1,2	1	4,43	240,06	9,03	10,84	0,77	250	0,011	1,86	209,65	208,7	202,81	200,95	6,84	7,75
44-43	314	0,4		0,4	1	5,23	245,29	8,88	3,55	0,75	250	0,011	3,77	208,7	208	200,95	204,72	7,75	3,28
44-45	430	0,4	1,6	2	1	7,17	252,46	8,66	17,31	0,83	200	0,006	2,58	208	200,4	201,004	198,42	7,00	1,98
45-39	319	0,4	25,58	25,98	1	5,32	257,78	8,58	222,83	1,17	500	0,0035	1,12	200,4	200,5	198,724	197,61	1,68	2,89
45-46	253	0,4	25,98	26,38	1	4,22	261,99	8,51	224,40	1,17	500	0,0035	0,89	200,4	200,45	198,42	199,31	1,98	1,14

1.6.4 Построение продольного профиля главного коллектора

Продольный профиль главного коллектора хозяйственно-бытовой водотоводящей сети вычерчен по требованиям ГОСТ 21.704-2011. Отметки расчетных точек сняты с плана в горизонталях путем линейной интерполяции. Соединение труб различных диаметров произведено способом «шелыга в шелыгу».

Профиль сети изображается в виде ее развертки по оси трубопровода.

Над профилем указаны:

- 1) надземные сооружения (например, эстакады, насосные станции);
- 2) глубину заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до низа трубопровода – для напорных трубопроводов и до лотка трубопровода – для самотечных;

- 3) номера буровых скважин.

На профиле указаны:

- 4) поверхность земли (проектную – тонкой сплошной линией, натурную – тонкой штриховой линией);

- 5) уровень грунтовых вод (ур. г. в.) – тонкой штрихпунктирной линией;

- 6) пересекаемые автомобильные дороги, железнодорожные и трамвайные пути, кюветы, подземные инженерные сооружения и сети, влияющие на прокладку проектируемых трубопроводов, с указанием их габаритных размеров и высотных отметок;

- 7) данные о грунтах. В зависимости от протяженности трубопровода и характера напластования данные о грунтах приводят либо в отдельных точках (в местах заложения буровых скважин или шурфов), либо по всей трассе трубопровода;

- 8) проектируемый трубопровод, колодцы, дождеприемники, камеры и подземные части зданий и сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом;

- 9) футляры на трубопроводах с указанием диаметров, длин и привязок их к оси дорог или проектируемым сетям и сооружениям.

Под профилем помещена таблица основных данных для прокладки трубопровода.

На участке между колодцами ГKK1-32 и ГKK1-44 запроектирована насосная станция. Глубина заложения входящего самотечного трубопровода 7 м.

2 Канализационные насосные станции

Канализационные насосные станции предназначены для перекачки фекальных, ливневых, производственных и грунтовых вод, удовлетворяющих «Правилам приема сточных вод в систему коммунальной канализации», в тех случаях, когда транспортировка самотеком невозможна или экономически не оправдана.

Насосные станции являются важным элементом системы водоотведения. Они представляют собой сложный комплекс сооружений и оборудования. Правильный выбор технико-экономических параметров этого комплекса во многом определяет надежность и экономическую эффективность подачи или отведения воды.

В соответствии с назначением канализационной насосной станции и видом перекачиваемых сточных вод, выделяются группы, предназначенные для:

- хозяйственно-бытовых сточных вод;
- атмосферных и ливневых осадков;
- производственных стоков;
- осадков на очистных сооружениях.

В дипломном проекте запроектирована главная насосная станция (ГНС) системы водоотведения, которая подаёт сточную жидкость на канализационные очистные сооружения от всего района города. Место расположения насосной станции определено при решении схемы водоотведения.

В стандартном исполнении, канализационная насосная станция (КНС) состоит из заглубленной ёмкости с установленными в ней погружными насосами. Ёмкость оборудована площадкой обслуживания, лестницей и люком. Щит управления погружными насосами расположен непосредственно над КНС или отдельно от нее. Глубина заложения КНС определяется глубиной заложения подводящего трубопровода и объемом перекачиваемой жидкости.

При определенных условиях емкость КНС может выполнять роль усреднителя сточных вод.

Эксплуатация и хранение станции может осуществляться при температуре окружающей среды от -40 до +50. Условия хранения электронасосов и системы автоматики указаны в технической документации, поставляемой вместе с данным оборудованием.

В состав главной насосной станций входит: приемный резервуар с решеткой; машинное отделение, где размещены насосы; производственно-вспомогательные и бытовые помещения.

Приёмный резервуар служит для регулирования неравномерности поступления к насосам сточных вод.

Решётки задерживают крупные отбросы, содержащиеся в сточных водах.

В машинном зале, отделённом герметической стенкой от приёмного резервуара, размещают насосы, имеющие в качестве привода электродвигатели трёхфазного тока. На насосных станциях применяют лопастные насосы горизонтального и вертикального типа.

В состав вспомогательных производственных помещений входят трансформаторная подстанция, помещения электrorаспределительных устройств и пусковых щитов, котельная и мастерские для ремонта оборудования. В состав бытовых помещений предусматривают помещения для производственного и административно-технического персонала, гардеробные, душевые и санитарные узлы.

Насосные станции допускается располагать в пределах застройки, на расстоянии не менее 20-30 м от жилых домов. Перед насосной станцией предусматриваются аварийные выпуски.

2.1 Определение диаметров подводящего и напорных трубопроводов

Диаметр подводящего коллектора определён в результате гидравлического расчёта по максимальному секунднему расходу сточных вод 478,52 л/с. Гидравлические параметры подводящего коллектора: $D = 800$ мм, наполнение

$$\frac{H}{D} \leq 0,66, \text{ скорость } v = 0,95 \text{ м/с, уклон } i = 0,0013.$$

Число напорных трубопроводов от насосных станций любой категории надежности действия согласно СП 31.13330.2012 (п. 8.2.6) необходимо принимать на основании технико-экономических расчетов с учетом возможности устройства аварийного выпуска (перепуска), регулирующей емкости, использования аккумулирующей вместимости подводящей сети, допускаемого снижения водопотребления.

При количестве напорных трубопроводов от насосной станции первой категории надежности действия двух и более и при их протяженности более 2 км, следует предусматривать между ними переключения, расстояние между которыми принимается исходя из пропуска при аварии на одном из них 100%, а при наличии аварийного выпуска – 70% расчетного расхода. При этом следует учитывать возможность использования резервных насосов и переключений между трубопроводами.

Диаметр напорных водоводов определен по таблицам [11], с учётом экономических скоростей: $v_v = 0,7-0,9$ м/с.

Максимальный секундный расход на один трубопровод:

$$q_r^{1\theta} = \frac{q_{\max}^s}{2} = \frac{478,52}{2} = 239,26 \text{ л/с} \quad (2.4)$$

Гидравлические параметры одного трубопровода: $\varnothing = 700$ мм, $v = 1,02$ м/с

Гидравлические параметры трубопровода в случае пропуска аварийного расхода: $\varnothing = 700$ мм, $v = 1,49$ м/с.

2.2 Определение требуемого напора насосов

Требуемый напор насосов определен по формуле

$$H_{mp} = H_z + \sum h_m, \text{ м} \quad (2.5)$$

где H_z – геодезическая высота подъёма сточных вод равная разности отметок уровня воды в приёмной камере очистных сооружений и дна приёмного резервуара насосной станции или отметки среднего уровня сточных вод в приёмном резервуаре, $(208,6 - 198,47 = 10,13 \text{ м})$.

Сумма местных потерь напора:

$$\sum h_m = h_l + h_m + h_{н.с.} + h_{вод} \quad , \text{ м} \quad (2.6)$$

где h_l – потери напора по длине, м;

h_m – потери напора на местные сопротивления, приняты 20% от линейных потерь напора, м;

$h_{н.с.}$ – потери внутри насосной станции, 2 м,

$h_{вод}$ – потери в водомерном устройстве (вставка Вентури), 3 м.

Потери напора по длине:

$$h_l = i \cdot l, \text{ м} \quad (2.7)$$

где i – уклон;

l – длина напорных водоводов, м;

$$h_l = 0,00324 \cdot 600 = 1,943 \text{ м}$$

$$h_m = 0,2 \cdot 1,943 = 0,39 \text{ м}$$

$$\sum h_m = 1,943 + 0,39 + 2 + 3 = 7,333 \text{ м}$$

$$H_{mp} = 10,13 + 7,333 = 17,463 \text{ м}$$

Требуемый напор насоса при пропуске аварийного расхода:

$$h_l = 0,013 \cdot 600 = 7,8 \text{ м}$$

$$h_m = 0,2 \cdot 7,8 = 1,56 \text{ м}$$

$$\sum h_m = 7,8 + 1,56 + 2 + 3 = 14,36 \text{ м}$$

$$H_{mp} = 10,13 + 14,36 = 24,49 \text{ м.}$$

2.3 Подбор насосов

При подборе насосов руководствуются следующими условиями:

- общая подача рабочих насосов должна равняться максимальному расчетному притоку сточных вод или несколько превышать его;
- число и подача насосов должны обеспечить устойчивый режим работы станции при периодических колебаниях притока воды;
- насосы целесообразно принимать однотипные.

Подбор насосов произведён по каталогам по расходу сточной воды и напору: $H_{np} = 24,49$ м, $q_{max}^h = 2168,22$ м³/ч.

Подобраны два насоса марки СДВ 2700/26,5б.

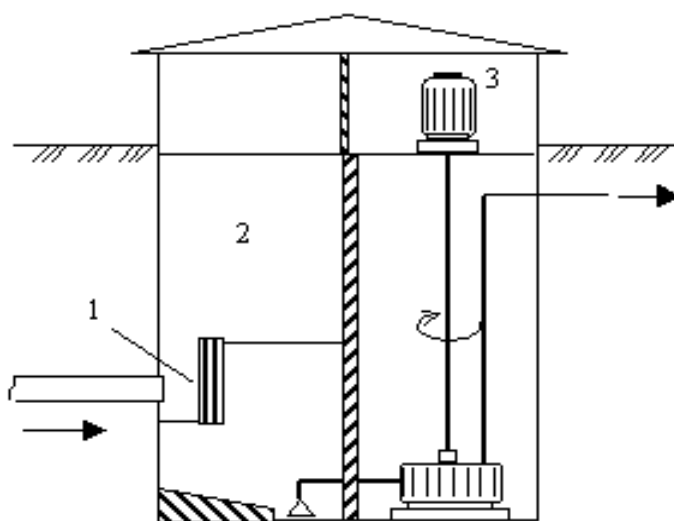
Технические характеристики насоса марки СДВ 2700/26,5б: подача – 2160 м³/ч = 600 л/с, напор – 31 м, частота вращения – 740 об./мин, коэффициент полезного действия – 71%, допускаемый кавитационный запас – 8 м, мощность насоса – 174 кВт, размер проходного сечения, не менее – 200 мм, диаметр рабочего колеса – 600 мм.

Категория надёжности проектируемой насосной станции – I.

Для I-ой категории допускается перерыв в подаче воды только на время (не более 10 мин), необходимое для выключения поврежденных и включения резервных элементов.

Число резервных насосов принято равно двум по [1, табл. 18], той же марки, что и основные рабочие насосы.

Принципиальный вид насосной станции показан на рис. 2.1.



1 – решётки; 2 – приёмный резервуар; 3 – машинное отделение.

Рисунок 2.1 Принципиальный вид насосной станции

2.4 График параллельной работы насосов и водоводов

Насосы, установленные на насосных станциях, работают параллельно, т.е. одновременно подают жидкость в два параллельно соединенных трубопровода.

Необходимость в параллельной работе нескольких одинаковых насосов возникает в тех случаях, когда невозможно обеспечить требуемый расход воды подачей одного насоса.

Параллельная работа насосов используется для увеличения общей подачи при постоянных напорах и для регулирования подач путём изменения числа работающих агрегатов.

Приведённое сопротивление трубопровода:

$$S_c = \frac{\sum h}{q^2}, \text{ с}^2/\text{м}^5 \quad (2.9)$$

где $\sum h_m$ – сумма потерь напора, м;

q – секундный расход насосной станции, м³/с.

Приведенное сопротивление одного трубопровода:

$$S_1 = \frac{\sum h}{q_1^2} = \frac{7,333}{0,5431^2} = 24,86 \text{ с}^2/\text{м}^5 \quad (2.10)$$

Приведенное сопротивление двух трубопроводов:

$$S_2 = \frac{\sum h}{q_2^2} = \frac{7,333}{1,08623^2} = 6,215 \text{ с}^2/\text{м}^5 \quad (2.11)$$

Приведенное сопротивление в случае пропуска аварийного расхода:

$$S_{ав} = \frac{\sum h_{ав}}{q^2} = \frac{14,36}{1,08623^2} = 12,171, \frac{\text{с}^2}{\text{м}^5} \quad (2.12)$$

Потери напора откладываются на графике, для этого к геометрической высоте всасывания H_c прибавляются потери напора $\sum h$:

Рабочие характеристики насосов: $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$, $Q - \Delta h_{дон}$ переносятся из каталога. Строится характеристика параллельной работы двух насосов. Для этого на напорной характеристике выбираются произвольные точки и удвоим их абсциссы. Для построения характеристики двух параллельно работающих насосов полученные точки соединяются плавной кривой. Аналогично строится кривая для трех и четырех насосов.

Расчёт потерь напора сведён в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Построение характеристик трубопровода

Расход q , $\text{м}^3/\text{с}$	Для одного водовода $\varnothing = 700 \text{ мм}$		Для двух водоводов $\varnothing = 700 \text{ мм}$		Аварийный режим работы системы	
	$S_1, \text{с}^2/\text{м}^5$	$\sum h = S_1 \cdot q^2, \text{м}$	$S_2, \text{с}^2/\text{м}^5$	$\sum h = S_2 \cdot q^2, \text{м}$	$S_{ав}, \text{с}^2/\text{м}^5$	$\sum h = S_{ав} \cdot q^2, \text{м}$
0,1	24,86	0,2486	6,215	0,062	12,171	0,12
0,2		0,99		0,25		0,49
0,3		2,23		0,56		1,1
0,4		4		1		1,95
0,5		6,2		1,55		3,04
0,6		8,93		2,24		4,38
0,7		12,17		3,05		5,96
0,8		15,88		4		7,79
0,9		20,1		5,03		9,86
1,0		24,81		6,22		12,17
1,1				7,52		14,73
1,2				8,95		17,53
1,3				10,5		20,57
1,4				12,18		23,85
1,5				14		27,38
1,6				15,91		31,16
1,7				17,96		35,17

На графике: точка «А» характеризует рабочие параметры двух параллельно работающих насосов в два параллельно работающих водовода: $H = 20,9 \text{ м}$; $Q = 1,22 \text{ м}^3/\text{с}$; $\eta = 71\%$; $N = 180 \text{ кВт}$; $\Delta h = 6,5 \text{ м}$;

Точка «В» характеризует рабочие параметры трёх параллельно работающих насосов в один водовод (пропуск аварийного расхода): $H = 27,2 \text{ м}$; $Q = 1,14 \text{ м}^3/\text{с}$; $\eta = 71,5 \%$; $N = 190 \text{ кВт}$; $\Delta h = 4,8 \text{ м}$;

Точка «С» характеризует рабочие параметры одного работающего насоса в один водовод: $H = 20,9 \text{ м}$; $Q = 0,61 \text{ м}^3/\text{с}$; $\eta = 71\%$; $N = 180 \text{ кВт}$; $\Delta h = 6,5 \text{ м}$.

На основании анализа графика совместной работы насосов и водоводов:

– подача двух насосов в два параллельно работающих водовода $4392 \text{ м}^3/\text{ч}$;

– подача одного насоса в один водовод $2196 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Режим притока и откачки сточных вод сведён в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Режим притока и откачки сточных вод на насосную станцию

Часы суток	Приток, м³				Откачка		Наличие воды в ре- зервуаре	Режим работы
	от населения $K_{gen}^{max} = 1,484$		за час, м³	за предыдущий час, м³	за час, м³	за предыдущий час, м³		
	%	м³						
0 – 1	2,93	1064,68	1064,68	1064,68	485,69	485,69	98,04	1н-25мин
1 – 2	2,93	1064,68	1064,68	2129,36	570,65	1154,38	13,08	1н-30мин
2 – 3	2,93	1064,68	1064,68	3194,04	472,61	1640,07	111,12	1н-25мин
3 – 4	2,93	1064,68	1064,68	4258,72	557,57	2308,76	26,16	1н-30мин
4 – 5	2,93	1064,68	1064,68	5323,4	459,53	2794,44	124,2	1н-25мин
5 – 6	4,28	1553,56	1553,56	6876,96	1482,66	4401,3	64,89	1н-1ч+1н-15мин
6 – 7	5,07	1842,30	1842,30	8719,26	2029,8	6495,99	98,58	1н-1ч+1н-40мин
7 – 8	4,98	1808,00	1808,00	10527,26	2012,93	8607,5	92,58	1н-1ч+1н-40мин
8 – 9	5,97	2168,22	2168,22	12695,48	2093,26	10793,34	159,99	1н-1ч+1н-45мин
9 – 10	5,97	2168,22	2168,22	14863,7	2208,85	13162,18	44,4	1н-1ч+1н-50мин
10 – 11	5,97	2168,22	2168,22	17031,92	2141,44	15348,02	111,81	1н-1ч+1н-45мин
11 – 12	4,51	1636,46	1636,46	18668,38	1678,97	17138,8	116,16	1н-1ч+1н-25мин
12 – 13	4,04	1464,93	1464,93	20133,31	1352,55	18607,51	134,01	1н-1ч+1н-10мин
13 – 14	4,67	1693,64	1693,64	21826,95	2005,53	20747,05	61,86	1н-1ч+1н-40мин
14 – 15	5,07	1842,30	1842,30	23669,25	2021,61	22330,52	122,01	1н-1ч+1н-40мин
15 – 16	5,07	1842,30	1842,30	25511,55	1961,46	24913,99	182,16	1н-1ч+1н-40мин
16 – 17	5,07	1842,30	1842,30	27353,85	1951,77	27047,92	123,24	1н-1ч+1н-40мин
17 – 18	5,07	1842,30	1842,30	29196,15	2018,44	29189,6	46,05	1н-1ч+1н-40мин
18 – 19	4,28	1553,56	1553,56	30749,71	1594,56	30830,21	155,91	1н-1ч+1н-20мин
19 – 20	3,25	1179,04	1179,04	31928,75	1548,78	32534,9	114,57	1н-1ч+1н-20мин
20 – 21	3,25	1179,04	1179,04	33107,79	1507,77	34157,24	18,72	1н-1ч+1н-15мин
21 – 22	2,93	1064,68	1064,68	34172,47	923,45	35099,41	34,92	1н-45мин
22 – 23	2,93	1064,68	1064,68	35237,15	450,77	35585,1	132,96	1н-25мин
23 – 24	2,93	1064,68	1064,68	36302,58	583,73	36302,58	0	1н-32мин
Итого	100	36302,58	36302,58	—	—	—	—	—

2.5 Определение ёмкости приёмного резервуара

Приемный резервуар представляет собой регулируемую емкость, которая позволяет обеспечить продолжительную и равномерную работу насосов в наиболее экономичном режиме при неравномерном притоке сточных вод.

Ёмкость приёмного резервуара определяется при расчёте таблицы притока и откачки сточных вод: $V_{рез} = 182,16 \text{ м}^3$.

При этом минимальная вместимость приемного резервуара должна приниматься не менее максимальной подачи одного из насосов в течении 5 мин – это соответствует включениям насоса не более трех раз в час.

Размеры приемного резервуара в плане назначаются после разработки схемы и определения размеров машинного зала. Вместимость резервуара определяют приблизительно как произведение площади на глубину резервуара, которую принимают в пределах 1,5-2,5 м.

2.6 Определение диаметров трубопроводов внутри насосной станции

На канализационных насосных станциях всасывающие трубопроводы подводят отдельно к каждому насосу. Устройство самостоятельной всасывающей линии для каждого насоса улучшает гидравлические условия работы насоса на всасывании, исключает влияние соседних насосов.

Всасывающие трубы, во избежание образования газовых мешков, укладывают с подъемом 0,03-0,05 от входной воронки к корпусу насоса.

Диаметр всасывающих трубопроводов назначают по экономической скорости движения жидкости. Для уменьшения гидравлического сопротивления при входе жидкости в трубопровод на конце всасывающей трубы устанавливают воронкообразное расширение (входную воронку).

Диаметр входной воронки $D_{ВХ}$ принимается равным (1,3-1,5) D_0 , высота воронки – (1,3-1,7) D_0 , где D_0 – диаметр всасывающего трубопровода.

Диаметр напорных трубопроводов в пределах насосной станции назначают в зависимости от рекомендуемых скоростей движения сточной жидкости.

На отводящем трубопроводе каждого насоса между напорным патрубком насоса и задвижкой устанавливается обратный клапан.

На всасывающих и напорных трубопроводах устанавливаются водопроводные задвижки с ручным, гидравлическим или электрическим приводом. На автоматизированных насосных станциях устанавливаются задвижки с механическим приводом.

Для контроля работы насосов устанавливаются расходомеры на каждом напорном трубопроводе. В проекте в качестве расходомера принята вставка Вентури, которая устанавливается на прямолинейных участках трубопровода, не имеющих фасонных частей. Длина участков принимается (15-20) $D_0 = 15 \cdot 0,7 = 10,5$ м до места установки расходомера и не менее 5 $D_0 = 5 \cdot 0,7 = 3,5$ м за расходомером (D_0 – диаметр напорного трубопровода).

Минимальные скорости движения сточной жидкости внутри насосной станции приняты согласно [1]. Для диаметров трубопроводов от 250 до 800 скорость движения сточной воды во всасывающем трубопроводе – 1-1,5, м/с; в напорном – 1,2-2,0 м/с

По таблицам Лукиных [10] с учётом расхода сточных вод и минимальной скорости, определены диаметры напорных и всасывающих трубопроводов.

Результаты расчёта занесены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт диаметров трубопроводов внутри насосной станции

Назначение трубопровода	Расход сточной воды Q , л/с	Диаметр трубопровода D , мм	Скорость движения сточной воды v , м/с	Уклон трубопровода i
Всасывающий	478,52	700	1,21	0,002
Напорный	478,52	600	1,58	0,004
Напорный коллектор	478,52	600	1,58	0,004
Общий напорный трубопровод	478,52	600	1,58	0,004

2.7 Определение отметки оси насоса

Насосы в насосных станциях водоотведения рекомендуется устанавливать под залив, что облегчает запуск насосов и упрощает схему автоматизации насосной станции. Для этого корпуса насосов располагаются ниже отметки уровня жидкости в приемном резервуаре на 0,3-0,4 м, при которой включается в работу первый насос.

В зависимости от притока сточной жидкости включение насосов проектируется автоматическим. Если после включения одного (первого) насоса уровень воды в резервуаре повышается, включается второй насос.

Уровни включения и отключения первого, второго и n -го насосов (ступеней) располагаются на 0,2 м один выше другого.

Таким образом, минимальный уровень воды в приемном резервуаре при включении насосов:

$$Z_{вкл} = Z_{max} - 0,2 (n - 1), \text{ м} \quad (2.14)$$

где $Z_{вкл}$ – отметка включения в работу первой ступени откачки, м;

Z_{max} – отметка максимального уровня воды в приемном резервуаре (принимается равной отметке лотка подводящего коллектора), м;

n – число рабочих насосов.

$$Z_{вкл} = 203,21 - 0,2 (2 - 1) = 203,01 \text{ м}$$

Отметка оси насоса определена по формуле:

$$Z_{оси} = Z_{вкл} - 0,4 = 203,01 - 0,4 = 203,61 \text{ м} \quad (2.15)$$

Минимальная отметку уровня сточных вод принята на 2,5 м ниже максимального уровня:

$$Z_{min} = 203,21 - 2,5 = 200,71 \text{ м} \quad (2.16)$$

При этом, геометрическая высота всасывания при минимальной отметке уровня сточных вод Z_{min} не должна превышать геометрическую высоту всасывания.

Геометрическая высота всасывания определена по формуле

$$H_{\text{вс}} = \frac{P_a}{\rho g} - \frac{P_n}{\rho g} - \sum h_{\text{вс}} - \Delta h_o, \text{ м} \quad (2.17)$$

где $\frac{P_a}{\rho g}$ – барометрический напор в данной местности, при нормальных условиях равен 10 мм.вод.ст.

$\frac{P_n}{\rho g}$ – напор паров жидкости в корпусе насоса, при $t = 20^\circ\text{C}$ равен 0,24 мм.вод.ст.

Δh_o – допустимый кавитационный запас, принимаем максимальным по графику для рассматриваемой режимной точки.

$\sum h_{\text{вс}}$ – потери напора во всасывающей линии.

Относим всасывающую линию к коротким трубопроводам, т.е. линейными потерями напора пренебрегаем: $\sum h_{\text{вс}} \approx h_{\text{вс}}^M$

Местные потери напора определены по формуле

$$h_{\text{вс}}^M = \sum \xi \cdot \frac{U^2}{2g} \quad (2.18)$$

где U – средняя скорость потока сточных вод во всасывающем трубопроводе, рассчитана в 10 пункте данной работы;

$\sum \xi$ – суммарный коэффициент местных потерь.

Суммарный коэффициент местных потерь складывается из следующих составляющих: $\sum \xi = \xi_{\text{воронки}} + \xi_{\text{колено}} + \xi_{\text{задв}} + \xi_{\text{переход}} + \xi_{\text{труб}}$ ($\xi_{\text{воронки}} = 0,1-0,2$; $\xi_{\text{колено}} = 0,5-0,6$; $\xi_{\text{задв.}} = 0,5-1$; $\xi_{\text{переход}} = 0,1$; $\xi_{\text{труб.}} = 0,5$)

$\sum \xi$ принят равным 2.

$$h_{\text{вс}}^M = 2 \cdot \frac{1,214^2}{2 \cdot 9,81} = 0,15 \text{ м}$$

Система маслоснабжения. Постоянное количество масла под давлением подается к подшипникам, редукторам, соединительным муфтам воздушных нагнетателей. Масло охлаждается в маслоохладителе водой, подаваемой от системы технического водоснабжения. Для периодического удаления отработанного масла из баков маслоустановок и подачи чистого масла на насосной станции предусматривается вспомогательная маслосистема. Для подачи масла устанавливаются два шестеренных насоса марки НМШ-32-10-1-18/6,3-1.

Система контроля подачи воды. Подача воды насосной станцией по каждому водоводу контролируется водомерами типа «Труба Вентури». Водомеры устанавливаются в камерах на прямолинейных участках трубопроводов (длина участка до водомера $L \geq 2-15 D$ и длина участка после водомера $L \geq 5 D$, назначаются в зависимости от соотношения диаметров прямолинейной и сужающей его.

Размеры арматуры и фасонных частей показаны на спецификации оборудования, представленной в графической части дипломного проекта на листе 3.

2.9 Описание насосной станции

Насосная станция рассчитана на перекачку хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод к очистным сооружениям. Расход сточных вод составляет 36302 м³/сут.

Насосная станция шахтного типа, диаметром 18 м, совмещена с приемным резервуаром объемом $V_{рез} = 182,16$ м³. В подземной части насосной станции размещены приемный резервуар с помещением решёток и машинный зал. Машинный зал отделён от приёмного резервуара герметичной водонепроницаемой стенкой. Машинный зал оборудован двумя рабочими и двумя резервными насосами основного насосного оборудования типа СДВ 2700/26,5б.

Режим работы станции повторно-кратковременный, т.к. включение и выключение насосов происходит в зависимости от уровня воды в резервуаре.

Вид подъемно-транспортного оборудования принят в зависимости от массы монтируемого оборудования и габаритов здания насосной станции, с учетом удобства их эксплуатации.

Предусмотрен кран подвесной для обеспечения ремонта, монтажа и демонтажа насосных агрегатов, трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и т.д.

Агрегаты поднимаются и опускаются через люки 2×2 м. В помещении решеток предусмотрен кран подвесной грузоподъемностью 2 т.

Для въезда автотранспорта на станцию предусматриваются въездные ворота и монтажная площадка (размеры приведены на чертеже).

Для монтажа и демонтажа насосов с электродвигателями и арматуры и для производства работ в машинном зале предусмотрены: в надземной части – таль электрическая ТЭ 320-52120-00, грузоподъемностью 3,2 т; в подземной части – кран мостовой ручной 3,2-5,1 т, грузоподъемностью 3,2 т, и таль червячная – 3,2 т.

3 Канализационные очистные сооружения

При проектировании очистных сооружений канализации необходимым условием является защита окружающей среды от загрязнений, образующихся в процессе очистки сточных вод и поступающих в водоем и атмосферу.

Для защиты водоема от загрязнений определяются условия выпуска сточных вод, при которых качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций.

Защита населённых пунктов от влияния очистных сооружений обеспечивается соблюдением размеров санитарно-защитной зоны.

При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду. К числу таких решений относятся:

- применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки;
- использование в аэрационных сооружениях мелкопузырчатых пневмоаэраторов, работающих в режиме «мягкой» аэрации, что сокращает количество аэрозольных выбросов;
- соблюдение санитарно-гигиенических и водоохранных требований.

3.1 Количество загрязнений, поступающих на очистные сооружения

Количество загрязнений, поступающих на канализационные очистные сооружения от населения города:

$$P = \frac{N \cdot n_n}{10^6}, \text{ т/сут} \quad (3.1)$$

где N – количество жителей города, чел.;

n_n – количество загрязнений от одного жителя в сутки, г/чел·сут.

$$\text{Взвешенные вещества: } P_{\sigma}^{вв} = \frac{65870 \cdot 65}{10^6} = 4,21 \text{ т/сут}$$

$$\text{БПК}_{\text{полн.}} \text{ (в неосветленной воде): } P_{\sigma}^{\text{БПК}} = \frac{65870 \cdot 60}{10^6} = 3,88 \text{ т/сут}$$

$$\text{Азот общий: } P_{\sigma}^{N(NH_4)} = \frac{65870 \cdot 13}{10^6} = 0,84 \text{ т/сут}$$

$$\text{Азот аммонийный: } P_{\sigma}^{N(NH_4)} = \frac{65870 \cdot 10,5}{10^6} = 0,68 \text{ т/сут}$$

$$\text{Фосфор общий: } P_{\sigma}^{P_2O_5} = \frac{65870 \cdot 2,5}{10^6} = 0,16 \text{ т/сут}$$

$$\text{Фосфаты: } P_{\phi}^{P_2O_5} = \frac{65870 \cdot 1,5}{10^6} = 0,10 \text{ т/сут}$$

$$\text{Хлориды: } P_{\phi}^{Cl} = \frac{65870 \cdot 9}{10^6} = 0,58 \text{ т/сут}$$

$$\text{ПАВ: } P_{\phi}^{ПAB} = \frac{65870 \cdot 2,5}{10^6} = 0,16 \text{ т/сут.}$$

Количество загрязнений, поступающих на очистные сооружения с производственными сточными водами:

От промышленного предприятия № 1:

$$\text{Взвешенные вещества: } P_{cm}^{вв} = \frac{42,46 \cdot 75}{10^6} = 0,003 \text{ т/сут}$$

$$\text{Эфирорастворимые вещества: } P_{cm} = \frac{42,46 \cdot 100}{10^6} = 0,004 \text{ т/сут}$$

$$\text{Железо (Fe}^{3+}\text{): } P_{\text{оби}}^{Fe^{3+}} = \frac{42,46 \cdot 129}{10^6} = 0,005 \text{ т/сут}$$

$$\text{Медь (Cu}^{2+}\text{): } P_{cm}^{Cu^{2+}} = \frac{42,46 \cdot 91}{10^6} = 0,004 \text{ т/сут}$$

$$\text{Никель (Ni}^{2+}\text{): } P_{cm}^{Ni^{2+}} = \frac{42,46 \cdot 30}{10^6} = 0,001 \text{ т/сут}$$

$$\text{Кадмий (Cd}^{2+}\text{): } P_{cm}^{Cd^{2+}} = \frac{42,46 \cdot 7,5}{10^6} = 0,0003 \text{ т/сут}$$

$$\text{Хром (Cr}^{6+}\text{): } P_{cm}^{Cr^{6+}} = \frac{42,46 \cdot 54,6}{10^6} = 0,002 \text{ т/сут}$$

$$\text{ПАВ: } P_{cm}^{ПAB} = \frac{42,46 \cdot 0,1}{10^6} = 0,000004 \text{ т/сут}$$

От промышленного предприятия № 2:

$$\text{Взвешенные вещества: } P = \frac{7671,12 \cdot 65}{10^6} = 0,50 \text{ т/сут}$$

$$\text{Солесодержание: } P = \frac{7671,12 \cdot 2000}{10^6} = 15,34 \text{ т/сут}$$

$$\text{Хлориды (Cl)}: P = \frac{7671,12 \cdot 300}{10^6} = 2,30 \text{ т/сут}$$

$$\text{Сульфаты (SO}_4^{2-}): P = \frac{7671,12 \cdot 1000}{10^6} = 7,67 \text{ т/сут}$$

$$\text{ХПК: } P = \frac{7671,12 \cdot 50}{10^6} = 0,38 \text{ т/сут}$$

$$\text{БПК}_{\text{полн}}: P = \frac{7671,12 \cdot 30}{10^6} = 0,23 \text{ т/сут}$$

$$\text{Азот аммонийный: } P = \frac{7671,12 \cdot 50}{10^6} = 0,38 \text{ т/сут}$$

$$\text{Нефтепродукты: } P = \frac{7671,12 \cdot 8}{10^6} = 0,06 \text{ т/сут}$$

Общее количество загрязнений, поступающих на очистные сооружения:

$$P_{\text{общ}} = \frac{(P_{\text{нас}} + P_{\text{пп1}} + P_{\text{пп2}}) \cdot 10^6}{Q}, \text{ т/сут} \quad (3.2)$$

$$\text{Взвешенные вещества: } C_{\text{см}} = \frac{(4,21 + 0,003 + 0,50) \cdot 10^6}{36302} = 180,17 \text{ т/сут}$$

$$\text{БПК: } P_{\text{общ}} = \frac{(3,88 \cdot 1,2 + 0,23 \cdot 1,2) \cdot 10^6}{36302} = 188,7 \text{ т/сут}$$

$$\text{Азот аммонийный: } P_{\text{общ}} = \frac{(0,68 + 0,38) \cdot 10^6}{36302} = 40,52 \text{ т/сут}$$

$$\text{Фосфор общий: } P_{\text{общ}} = \frac{0,16 \cdot 10^6}{36302} = 6,12 \text{ т/сут}$$

$$\text{Фосфаты: } P_{\text{общ}} = \frac{0,10 \cdot 10^6}{36302} = 3,82 \text{ т/сут}$$

$$\text{Хлориды: } P_{\text{общ}} = \frac{(0,58 + 2,30) \cdot 10^6}{36302} = 110,1 \text{ т/сут}$$

$$\text{ПАВ: } P_{\text{общ}} = \frac{(0,16 + 0,000004) \cdot 10^6}{36302} = 6,12 \text{ т/сут}$$

$$\text{ХПК: } P_{\text{общ}} = \frac{0,38 \cdot 10^6}{36302} = 14,53 \text{ т/сут}$$

$$\text{Эфирорастворимые вещества: } P_{\text{общ}} = \frac{0,004 \cdot 10^6}{36302} = 0,15 \text{ т/сут}$$

$$\text{Железо (Fe}^{3+}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{0,005 \cdot 10^6}{36302} = 0,19 \text{ т/сут}$$

$$\text{Медь (Cu}^{2+}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{0,004 \cdot 10^6}{36302} = 0,15 \text{ т/сут}$$

$$\text{Никель (Ni}^{2+}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{0,001 \cdot 10^6}{36302} = 0,04 \text{ т/сут}$$

$$\text{Кадмий (Cd}^{2+}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{0,0003 \cdot 10^6}{36302} = 0,01 \text{ т/сут}$$

$$\text{Хром (Cr}^{6+}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{0,002 \cdot 10^6}{36302} = 0,08 \text{ т/сут}$$

$$\text{Солесодержание: } P_{\text{общ}} = \frac{15,34 \cdot 10^6}{36302} = 586,44 \text{ т/сут}$$

$$\text{Нефтепродукты: } P_{\text{общ}} = \frac{0,06 \cdot 10^6}{36302} = 2,29 \text{ т/сут}$$

$$\text{Сульфаты (SO}_4^{2-}\text{): } P_{\text{общ}} = \frac{7,67 \cdot 10^6}{36302} = 293,22 \text{ т/сут.}$$

3.2 Расчет необходимой степени очистки сточных вод

Расчет необходимой степени очистки сточных вод произведен на основании приказа МПР РФ от 17 декабря 2007 года № 333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [38].

Необходимая степень очистки сточной воды:
по взвешенным веществам:

$$m = \Delta C \left(\frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + C_p, \quad (3.3)$$

где ΔC – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в контрольном створе для водоемов I-ой категории, 0,25 мг/л.

$$m = 0,25 \left(\frac{0,12 \cdot 290}{0,42} + 1 \right) + 49,1 = 78,06 \text{ мг/л}$$

по БПК:

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{\gamma \cdot Q_p}{q \cdot 10^{-K_c \cdot t}} (L_{ng} - L_p \cdot 10^{-K_p \cdot t}) + \frac{L_{ng}}{10^{-K_c \cdot t}}, \quad (3.4)$$

где L_{ng} – предельно допустимое значение БПК, мгО₂/л;

L_p – содержание органических загрязнений по анализу БПК, мгО₂/л;

$K_c = K_p$ – константы скорости потребления кислорода загрязнениями, содержащимися в сточной и речной воде соответственно;

t – время протока воды от места выпуска до расчетного створа, сут.

$$t = \frac{L \cdot \varphi}{v_p \cdot 86400} = \frac{500 \cdot 1,02}{0,82 \cdot 86400} = 0,007 \quad \text{сут} \quad (3.5)$$

$$K_c = K_p = K_{20} \cdot 1,047^{(T_p - T_{cm})} = 0,1 \cdot 1,047^{(10 - 20)} = 0,12$$

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{0,12 \cdot 290}{0,42 \cdot 10^{-0,12 \cdot 0,015}} (3 - 2,5 \cdot 10^{-0,12 \cdot 0,015}) + \frac{3}{10^{-0,12 \cdot 0,015}} = 62,17 \text{ мгО}_2/\text{л}$$

по растворенному кислороду в воде водоема:

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot \gamma \cdot Q_p}{q} (C_{O_2p} - 0,4 \cdot L_p - 6) - 15 \quad (3.6)$$

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot 0,12 \cdot 290}{0,42} (9,00 - 0,4 \cdot 2,5 - 6) - 15 = 559,26 \text{ мгО}_2/\text{л}$$

по температуре:

$$T_{cm} = \Delta T \left(\frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + T_p, \quad (3.7)$$

$$T_{cm} = 3 \cdot \left(\frac{0,12 \cdot 290}{0,42} + 1 \right) + 16,8 = 363,35 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

						Лист	

ДП-270112.65-2016 ПЗ

Азот аммонийных солей: $C_{\text{доп}}^{\text{N-NH}_4} = \frac{1}{7} \cdot 0,39 = 0,056 \text{ мг/л};$

Фосфаты: $C_{\text{доп}}^{\text{PO}_4} = \frac{49,12}{3} \cdot 0,2 = 3,27 \text{ мг/л}$

Сульфаты: $C_{\text{доп}}^{\text{SO}_4} = \frac{49,12}{3} \cdot 100 = 1637,3 \text{ мг/л};$

Хлориды: $C_{\text{доп}}^{\text{Cl}} = \frac{49,12}{3} \cdot 300 = 4912 \text{ мг/л};$

ПАВ: $C_{\text{доп}}^{\text{пав}} = \frac{49,12}{3} \cdot 0,5 = 8,19 \text{ мг/л};$

Азот нитратный: $C_{\text{доп}}^{\text{NO}_2} = \frac{1}{7} \cdot 0,02 = 0,003 \text{ мг/л};$

Азоту нитритный: $C_{\text{доп}}^{\text{NO}_3} = \frac{1}{7} \cdot 9,1 = 1,3 \text{ мг/л};$

Магний: $C_{\text{доп}}^{\text{Mg}} = \frac{1}{7} \cdot 40 = 5,71 \text{ мг/л};$

Медь: $C_{\text{доп}}^{\text{Cu}} = \frac{1}{7} \cdot 0,01 = 0,001 \text{ мг/л};$

Нефтепродукты: $C_{\text{доп}}^{\text{н/пр}} = \frac{1}{2} \cdot 0,05 = 0,025 \text{ мг/л};$

Цинк: $C_{\text{доп}}^{\text{Zn}} = \frac{1}{7} \cdot 0,01 = 0,001 \text{ мг/л};$

Железо общее: $C_{\text{доп}}^{\text{Fe}} = \frac{1}{7} \cdot 0,1 = 0,014 \text{ мг/л}.$

3.4 Определение состава сточных вод, допустимого к водоотведению в водный объект

Установление допустимых концентраций загрязняющих веществ произведено на основании действующих нормативных документов и условий смешения по формуле

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л} \quad (3.9)$$

где $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

n – наименьшая кратность сезонного разбавления;

C_i^P – фоновая концентрация речной воды, г/м³.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Состав сточных вод, допустимый к сбросу в водоем

Показатель загрязнения	ПДК, мг/л	ЛПВ	Концентрация сточных вод, г/м ³				
			фактическая $C_{\text{факт}}$	на выходе из очистных сооружений		допустимая к сбросу $C_{\text{доп}}$	принятая к проектированию $C_{\text{п}}$
				Эффект очистки, %	$C_{\text{к}}$		
Взвешенные вещества	12,55	-	180,17	-	12	78,06	12
БПК _{полн.}	3	-	188,70	-	10		10
Азот аммонийный	0,39	токс.	40,52	80	8,10	85,42	8,10
Фосфаты	0,2	с-т	3,82	92	0,31	52,94	0,31
Сульфаты	100	с-т	293,22	0	293,22	32015,41	293,22
Хлориды	300	с-т	110,10	0	110,10	101354,25	110,10
ПАВ	0,5	с-т	6,12	80	1,22	167,28	1,22
Медь	0,001	токс.	0,15	80	0,03	25,62	0,03
Нефтепродукты	0,05	р/х	2,29	92	0,18	51,59	0,18
Железо общее	0,1	токс.	0,19	50	0,10	19,01	0,10

Такие показатели, как эфирорастворимые вещества, никель, кадмий, хром и трехвалентное железо удаляются на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий.

Допустимая концентрация для неконсервативных веществ:

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i \cdot e^{kt} - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л} \quad (3.10)$$

где k – коэффициент неконсервативности органических веществ, показывающий скорость потребления кислорода и зависящий от характера органических веществ;

t – продолжительность пробега воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

Допустимая концентрация для взвешенных веществ:

$$m = P \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + b, \text{ мг/л} \quad (3.11)$$

где P – допустимое по санитарным правилам увеличение содержания взвешенных веществ в водном объекте после спуска сточных вод, г/м³;

γ – коэффициент смешения;

Q – расход воды в реке, м³/с;

q – расход сточных вод, м³/с;

b – содержание взвешенных веществ в воде водного объекта до спуска сточных вод, г/м³.

Допустимая концентрация для БПК:

$$C_i^{CB} = n \cdot ((\text{ПДК}_i - \text{ПДК}_{\text{см}}) e^{k_0 t} - C_i^P) + C_i^P, \text{ мг/л} \quad (3.12)$$

где $\text{ПДК}_{\text{см}}$ – $\text{БПК}_{\text{полн}}$, обусловленная метаболитами и органическими веществами, смыаемыми в водоток осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега;

k_0 – осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих $\text{БПК}_{\text{полн}}$ фона и сточных вод, 1/сут.

Для расчета допустимой концентрации сброса сточных вод приняты следующие условия:

- контрольный створ по санитарно-гигиеническим требованиям установлен непосредственно в месте выпуска сточных вод;
- контрольный створ по рыбохозяйственным требованиям установлен на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод;
- ассимилирующая способность водоема учитывается в контрольном створе;
- допустимая концентрация в сточных водах не должна приводить к ухудшению качества речной воды, для веществ содержание которых в рабочем фоновом створе выше установленных предельно-допустимых концентраций.

Если фактическая концентрация выше фоновых значений и превышает предельно-допустимую концентрацию, то допустимая концентрация устанавливается по нормативным требованиям.

Коэффициент диффузии для открытого русла:

$$D = \frac{g \cdot V \cdot H}{37 \cdot n_{\text{ш}} \cdot C^2}, \quad (3.13)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

V – скорость речной воды, м/с;

H – средняя глубина реки, м;

$n_{\text{ш}}$ – коэффициент шероховатости ложа реки, определяется по справочным данным;

C – коэффициент Шези, при $H < 5$ м.

Коэффициент Шези:

$$C = \frac{R^y}{n_{\text{ш}}} \quad (3.14)$$

где R – гидравлический радиус потока (глубина реки), м;

y – показатель степени.

Показатель степени y :

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,1), \quad (3.15)$$

Коэффициент диффузии для периода ледостава:

$$D = \frac{g \cdot \sqrt{R_{\text{пр}}}}{37 \cdot n_{\text{пр}} \cdot C_{\text{пр}}^2} \quad (3.16)$$

где $R_{\text{пр}}$ – приведенное значение гидравлического радиуса, м;
 $n_{\text{пр}}$ – приведенное значение коэффициента шероховатости;
 $C_{\text{пр}}$ – приведенное значение коэффициента Шези.

Приведенное значение гидравлического радиуса:

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{2} H \quad (3.17)$$

Приведенное значение коэффициента шероховатости:

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{ш}} \left[1 + \left(\frac{n_{\text{л}}}{n_{\text{ш}}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (3.18)$$

где $n_{\text{л}}$ – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда.

$$C_{\text{пр}} = \frac{R^{y_{\text{пр}}}}{n_{\text{пр}}} \quad (3.19)$$

где $y_{\text{пр}}$ – приведенная степень.

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R_{\text{пр}}} \cdot (\sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,1), \quad (3.20)$$

Коэффициент, учитывающий гидравлические условия реки:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q^2}}, \quad (3.21)$$

где φ – коэффициент извилистости русла;
 ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод;
 D – коэффициент турбулентности диффузии.

Коэффициент смешения, показывающий какая часть речного расхода, смешивается со сточными водами в максимально загрязненной струе расчетного створа:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}}} \quad (3.22)$$

где L – расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру, м.

Кратность основного разбавления:

$$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q}{q} \quad (3.23)$$

Расчеты кратности разбавления сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет кратности основного разбавления

Наименование показателей	Единицы измерения	Расчетная величина	
		для зимнего времени	для летнего времени
Расход сточных вод	м ³ /с	0,42	0,42
Расход речной воды	м ³ /с	290	290
Скорость речной воды	м/с	0,82	0,82
Средняя глубина	м	5	5
Коэффициент диффузии	м ² /с	-	0,023
Коэффициент Шези	м ^{0,5} /с	-	34,621
Коэффициент диффузии (для периода ледостава)		0,041	-
Гидравлический радиус потока	м	-	5
Коэффициент шероховатости ложа реки		0,04	0,04
Показатель степени		-	0,202
Приведенное значение гидравлического радиуса	м	2,5	-
Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда		0,15	-
Приведенный коэффициент шероховатости		0,16	-
Приведенный коэффициент Шези		7,92	-
Приведенный показатель степени		0,52	-
Коэффициент, учитывающий гидравлические условия в реке		0,79	0,97
Коэффициент смешения		0,36	0,70
Расстояние до расчетного створа		500,0	500,0
Кратность разбавления	м	341,25	666,79

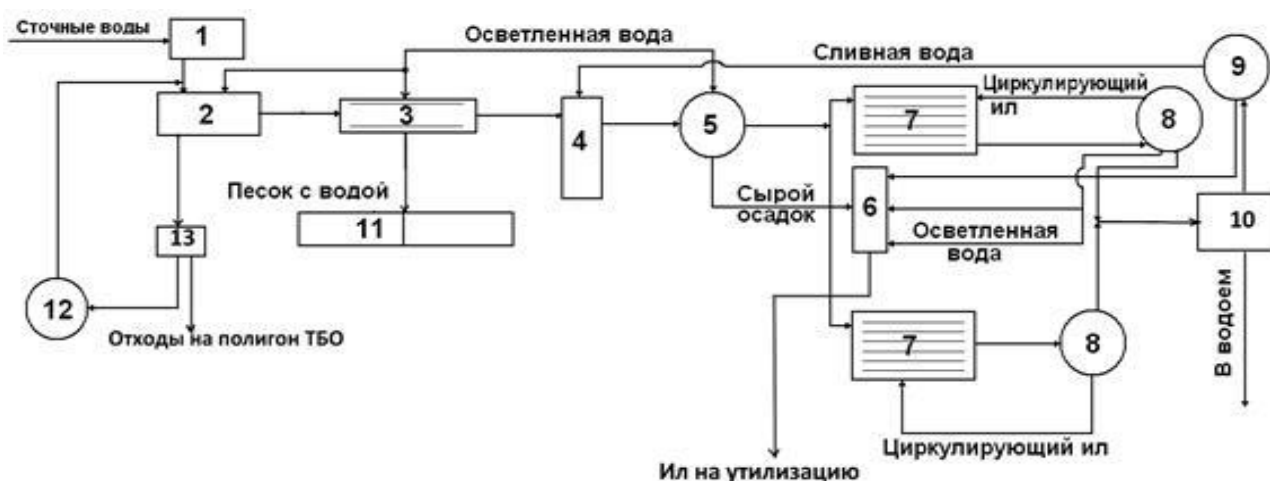
Состав сточных вод, допустимый к водоотведению в водный объект приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Состав сточных вод, допустимый к водоотведению

Показатели состава сточных вод	ПДК _i ^{р/х} , мг/л	Требования к водоотведению $C_i^{НДС}$, мг/л
БПК _{полн}	3,0	188,70
Взвешенные вещества	4,8	180,17
Азот аммонийный	0,39	40,52
Фосфаты	0,2	3,82
Хлориды	300	110,10
ПАВ	0,5	6,12
Сульфаты	100	293,32
Нефтепродукты	0,05	2,29
Медь	0,001	0,15
Железо	0,1	0,19

3.5 Подбор технологической схемы очистных сооружений

На основании расчёта необходимой степени очистки сточных вод, принята следующую технологическую схему очистки сточных вод (рисунок 3.1).



- 1 – приемная камера, 2 – решетки для отделения крупных отходов, 3 – песколовка, 4 – жироловушка, 5 – первичный отстойник, 6 – станция механического обезживания, 7 – аэротенк биофильтр, 8 – вторичный отстойник, 9 – илоуплотнитель, 10 – блок обеззараживания сточных вод, 11 – песковые площадки, 12 – канализационно-насосная станция, 13 – дробилки

Рисунок 3.1 – Схема очистки сточных вод:

3.6 Приемная камера

Приемная камера предназначена для приема сточных вод, гашения скорости потока жидкости и сопряжения трубопроводов с открытым лотком. Выбор типоразмера камеры производится в зависимости от максимальной пропускной способности.

Принята приемная камера с подачей сточных вод по двум трубопроводам со следующими параметрами:

- диаметр трубопровода, 2×700 мм
- приемная камера типа ПК-2-70,
- размеры камеры А×В×Н – 1600×2500×1600 мм.

Лоток подобран исходя из расходов сточных вод, представленных в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расходы сточных вод

Показатели	Расходы, л/с		
	$q_{\min} = 268,9$	$q_{\text{ср}} = 478,52$	$q_{\text{расч max}} = 638,64$
H , м	0,369	0,514	0,927
V , м/с	0,725	0,817	0,965

Принятый лоток должен удовлетворять следующим условиям:

При $Q_{\text{ср}} \rightarrow h \approx 0,5B_{\text{л}}$; при $Q_{\min} \rightarrow V \geq 0,6$ м/с; при $Q_{\max} \rightarrow V \leq 1,0$ м/с.

Принят прямоугольный в плане лоток: шириной $B = 1000$ мм; уклоном $i = 0,0008$; строительная высота $H_{\text{стр}} = H_{\text{расч max}} + 0,2 \text{ м} = 0,927 + 0,2 = 1,127 \text{ м}$.

3.7 Решетки «Экотон»

Решетки предназначены для задержания крупных плавающих отбросов и оснащаются механизированными граблями для снятия крупных примесей.

В проекте приняты решетки грабельные РКЭ 0506 фирмы «Экотон».

Грабельные решетки могут устанавливаться в канализационных насосных станциях (КНС) перекачки сточных вод и в зданиях решеток на площадке очистных сооружений. Отличаются высокой надежностью и простотой эксплуатации.

Грабельные решетки предназначены для извлечения из производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод крупных и средних отбросов с последующей их механизированной выгрузкой на транспортирующее устройство или в мусоросборник.

Принцип действия: грабельная решетка задерживает и извлекает из сточных вод загрязнения, превышающие размером прозоры фильтрующего полотна. Загрязнения периодически снимаются с фильтрующего полотна граблиной, которая перемещает их к верхнему краю рамы. Далее загрязнения снимаются с граблины с помощью сбрасывателя, и по склизу попадают на транспортирующее устройство или в мусороприемник. Периодичность работы решеток зависит от используемой схемы автоматизации оборудования.

Преимущества грабельных решеток РКЭ:

- стойкость к механическим и гидравлическим перегрузкам;
- высокопрочная конструкция в сравнении с другими типами механизированных решеток;
- улучшенные гидравлические характеристики из-за градиента давления перед полотном решетки и в ее прозорах благодаря применению специального «каплевидного» профиля стержней решетки;
- «каплевидный» профиль также защищает решетку от застревания в полотне механических включений. При данной конструкции такие помехи легко удаляются граблями и не мешают дальнейшей работе решетки;
- повышенная надежность благодаря отсутствию вращающихся деталей в погруженной части решетки;
- коррозионная стойкость в агрессивной среде сточных вод: корпус, полотно, цепи, граблины, облицовка решетки выполнены из нержавеющей стали;
- удобство обслуживания решетки благодаря доступности основных узлов в рабочем состоянии и возможности подъема решетки из канала без ее демонтажа.

Требуемое число прозоров всех решеток:

$$n_{\text{пр}} = \frac{q_{\text{max}}}{B \cdot H_{\text{max}} \cdot V_p} \cdot K, \text{ шт.} \quad (3.24)$$

где B – ширина прозоров в решётках, 5 мм;

H_{max} – глубина воды перед решётками, 112 мм;

V_p – скорость движения сточных вод в решётках, 1 м/с.

K – коэффициент, учитывающий стеснение потока механическими граблями, 1,05-1,11.

$$n_{\text{пр}} = \frac{638,64}{5 \cdot 0,9 \cdot 1} \cdot 1,05 = 149 \text{ шт.}$$

Общая ширина всех решеток:

$$B_p = S \cdot (n_{\text{пр}} - 1) + B \cdot n_{\text{пр}} = 3 \cdot (149 - 1) + 4 \cdot 149 \text{ мм} \quad (3.25)$$

где S – толщина фильтрующей пластины, 3 мм.

Требуемое количество решеток:

$$n_p = \frac{B_p}{B_{\text{тип}}} = \frac{1040}{500} = 2,08 \approx 2 \text{ шт.} \quad (3.26)$$

Приняты 2 рабочих решетки и 1 резервная.

Потери напора в решетках:

$$h_p = \beta \cdot \left(\frac{s}{B}\right)^{4/3} \cdot \sin \frac{v^2}{2g} \cdot P, \text{ м} \quad (3.27)$$

где α – угол наклона решетки к горизонту, 60-90°;

P – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора вследствие засорения решетки ориентировочно принимаем 3;

v – фактическая скорость течения воды в прозорах решетки, м/с;

β – коэффициент, зависящий от формы стержней, 2,42.

$$h_p = 2,42 \left(\frac{3}{4}\right)^{4/3} \cdot \sin 80^\circ \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,25 \text{ м}$$

Суточный расход задержанных на решетке отбросов:

$$V_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{пр}}^{\text{БВ}} \cdot \alpha}{10^6}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.28)$$

где $N_{\text{пр}}^{\text{БВ}}$ – приведенное количество жителей, чел.

α – количество загрязнений от одного жителя в сутки, г·чел/сут.

$$N_{\text{пр}}^{\text{БВ}} = \frac{C_{\text{см}}^{\text{БВ}} \cdot Q_{\text{сум}}}{65} = \frac{180,17 \cdot 36301,83}{65} = 100624 \text{ чел.} \quad (3.29)$$

Часовой расход задержанных отбросов:

$$P_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{сут}}}{24} \cdot K_{\text{ч}} = \frac{0,4}{24} \cdot 2 = 0,033 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.30)$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности поступления отбросов, 2.

Количество задержанных отбросов по сухому веществу:

$$P_{\text{ч}} = V_{\text{час}} \cdot \rho_{\text{отб}} = 0,033 \cdot 0,75 = 0,025 \text{ т/ч} \quad (3.31)$$

где $\rho_{\text{отб}}$ – удельный вес отбросов, 0,75 т/м³.

Количество задержанных отбросов по объему:

$$V_{\text{сут}} = \frac{V_{\text{сут}}}{0,75} = \frac{0,4}{0,75} = 0,53 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ч}} = \frac{V_{\text{час}}}{0,75} = \frac{0,033}{0,75} = 0,044 \text{ м}^3$$

3.8 Аэрируемые песколовки

Песколовки предусматриваются в составе очистных сооружений с целью улавливания из сточных вод песка и других нерастворимых минеральных примесей.

Песколовки предусматривают в составе очистных сооружений для улавливания из сточных вод песка и других минеральных нерастворенных загрязнений.

Тип песколовки выбирается с учетом производительности очистных сооружений, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т.п.

В дипломном проекте приняты песколовки с аэрируемым движением воды: число отделений – 2 шт.; отношение B/h – 1,5; расход воздуха на аэрацию при интенсивности $3 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ – 460.

Размеры: ширина отделения B – 4,5 м, глубина h – 2,8 м, длина L – 18 м.

Расчёт песколовки сводится к определению длины проточной части, которая обеспечивает задерживание частиц нужной гидравлической крупности:

$$L = K \cdot \frac{1000 \cdot H_{\text{пр}}}{U_0} \cdot v, \quad (3.32)$$

где U_0 – гидравлическая крупность песка, принимаемая в зависимости от требуемого диаметра задерживаемых частиц песка, 13,2 мм/с.

K – коэффициент, зависящий от типа песколовки и расчетной гидравлической крупности, 2,46 [1].

$H_{\text{пр}}$ – расчетная глубина проточной части песколовки 0,7-3,5 м.

$H_{\text{пр}} = H_{\text{общ}}/2 = 2,1/2 = 1,05 \text{ м};$

V – скорость движения сточных вод, 0,1 м/с.

$$L = 2,46 \cdot \frac{1000 \cdot 1,05}{13,2} \cdot 0,1 = 19,57 \text{ м.}$$

Площадь живого сечения проточной части:

$$\omega = \frac{q_{\text{max}}}{v} = \frac{0,639}{0,1} = 6,39 \text{ м}^2 \quad (3.33)$$

где q_{max} – максимальный расход сточных вод, 0,639 м³/с.

Число отделений песколовки:

$$n = \frac{\omega}{H_{\text{пр}} \cdot B} = \frac{6,39}{3 \cdot 1,05} = 2,03 \approx 2 \text{ шт.} \quad (3.34)$$

$$W_{\text{песк}} = \frac{P \cdot N_{\text{пр}}^{\text{B.B}}}{1000} = \frac{0,03 \cdot 100624}{1000} = 3,02 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.35)$$

Расход воздуха:

$$Q_{\rho} = B \cdot L \cdot n \cdot q_{\rho} = 3 \cdot 19,57 \cdot 2 \cdot 4 = 469,68 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.36)$$

Расход технической воды с учетом 10% запаса:

$$W_{\text{техн}} = 10 \cdot W_{\text{песк}} = 10 \cdot 3,02 = 30,2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.37)$$

$$W_n = W_{\text{мехн}} + W_{\text{песк}} = 30,2 + 3,02 = 33,22 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.38)$$
$$t_{\Phi} = \frac{B \cdot H_{\text{пр}} \cdot L \cdot n}{Q_{\text{max}}} = \frac{3 \cdot 1,05 \cdot 2 \cdot 19,57}{0,639} = 192,94 \text{ с} = 3,2 \text{ мин} \quad (3.39)$$
$$v_{\max} = \frac{Q_{\max}}{B \cdot n \cdot H_{\text{np}}} = \frac{0,639}{3 \cdot 1,05 \cdot 2} = 0,1 \text{ М/с} \quad (3.40)$$

Требуемый объем песковых бункеров:

$$W_{\bar{6}} = W_{\text{песк.}} \cdot T = 3,02 \cdot 2 = 6,04 \text{ м}^3 \quad (3.41)$$

Высота бункера:

$$H_6 = \frac{W_6}{f_6 \cdot n} = \frac{6,04}{1,57 \cdot 2} = 1,92 \text{ м} \quad (3.42)$$

f_6 – площадь бункера, м².

$$f_6 = \pi \cdot d_6^2 / \gamma = 3,14 \cdot 1,0^2 / \gamma = 1,57 \text{ M}^2 \quad (3.43)$$

d_6 – диаметр бункера, 1 м.

Отношение высоты бункера к диаметру должно быть в пределах 1,8-2,5, принято $H_6/f_6 = 1,92$.

Расход дренажной воды: $W_{\text{др}} \approx W_{\text{техн}} = 30,2 \text{ м}^3/\text{сут}$

3.9 Ультразвуковой расходомер

Для изменения расхода, объема и уровня сточных вод принят «Ультразвуковой расходомер-счетчик для безнапорного потока жидкости» – Взлет РСЛ (табл. 3.6).

Назначение – изменение расхода, объема и уровня жидкости, в том числе ливневых и канализационных стоков, в незаполненных трубопроводах и открытых каналах, в широком диапазоне геометрических размеров и уклонов водоводов.

Оригинальные технические решения исключают влияние внешних факторов на точность измерения.

Таблица 3.6 – Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Внутренний диаметр трубопроводов и глубина каналов, м	0,15-4
Диапазон скоростей потока жидкости, м/с	0,05-10
Диапазон уклонов	0,0001-0,067
Диапазон измерения уровня жидкости, м	0-4
Погрешность измерения уровня, не более, мм	±4
Погрешность измерения объемного расхода (не более), %	
– при градуировке на месте эксплуатации;	±3
– при одноточечной калибровке в трубопроводах и U-образных лотках;	±4
– в каналах, оборудованных стандартными водосливами или лотками	±5
Длина связи электронного блока с акустической системой, м	до 200
Температура окружающей среды, ОС	
– для датчика уровнемера;	от минус 20 до 50
– для электронного блока.	от 0 до 50

3.10 Первичные радиальные отстойники

Первичный отстойник предназначен для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, выпадающих в осадок под действием гравитационных сил или всплывающих на поверхность, что приводит к осветлению воды, направляемой на биологическую очистку.

Первичные отстойники принимают радиальными. Радиальные отстойники представляют собой круглые в плане резервуары, в которых сточная вода подается в центр отстойника и движется от центра к периферии.

Принцип расчета заключается в определении минимальной гидравлической крупности частиц, удаление которых обеспечивает требуемый эффект осветления. Эффект осветления принят равным 50%.

Расчетная гидравлическая крупность частиц определяется по формуле

$$U_o = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot k_{set}}{t_{set} \cdot \left(\frac{H_{set}}{h_1} \cdot \kappa_{set} \right)^{n_2}}, \quad (3.44)$$

где H_{set} – глубина проточной части отстойника, м;

k_{set} – коэффициент использования объема;

h_1 – глубина отстаивания в лабораторном цилиндре, 0,5 м;

t_{set} – необходимая продолжительность отстаивания, с;

n_2 – показатель степени, зависящий от агломерации взвеси в процессе осаждения.

$$U_o = \frac{1000 \cdot 3,1 \cdot 0,45}{831,36 \cdot \left(\frac{3,1 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,33}} = 1,21 \text{ мм/с}$$

Производительность первичного отстойника определяется по формуле

$$q_{set} = 2,8 \cdot k_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2) \cdot (U_o - V_t), \quad (3.45)$$

где D_{set} – диаметр отстойника, м;

d_{en} – диаметр впускного устройства, м;

V_t – величина турбулентной составляющей гидравлической крупности.

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 3^2) \cdot (1,2 - 0) = 857,4 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Количество отстойников:

$$n_{set} = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{2299,1}{857,4} = 2,7 \approx 3. \quad (3.46)$$

Принято 3 радиальных отстойника со следующими типовыми параметрами: диаметр – 24 м; глубина – 3,4 м; объем зоны отстойной – 1400 м³, осадка – 210 м³; пропускная способность при времени отстаивания 1,5 ч – 930 м³/ч.

Количество осадка по сухому веществу:

$$P_{oc} = \frac{C_{см}^{вв} \cdot \Xi \cdot Q_{сут}}{10^8} = \frac{180,17 \cdot 50 \cdot 36301,83}{10^8} = 3,27 \text{ т/сут} \quad (3.47)$$

Количество осадка по объему при влажности W = 94% составит:

$$V_{сыр} = \frac{P_{oc} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{3,27 \cdot 100}{(100 - 94) \cdot 1,03} = 52,91 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.48)$$

Концентрация загрязнений, поступающих на биологическую очистку с учетом иловых и дренажных вод:
взвешенные вещества:

$$C_a = \frac{C_{см}^{осв} + 0,01 \cdot C_{ил.в}}{1,01}, \text{ мг/л} \quad (3.49)$$

где $C_{см}^{осв} = 0,4 \cdot C_{см}^{в.в.} = 0,4 \cdot 180,17 = 72,07 \text{ мг/л}$

$$C_a = \frac{72,07 + 0,01 \cdot 1000}{1,01} = 81,26 \text{ мг/л}$$

БПК:

$$L_a = \frac{L_{см} + 0,01 \cdot L_{ил.в}}{1,01} = \frac{188,7 + 0,01 \cdot 1000}{1,01} = 196,73 \text{ мгО}_2/\text{л} \quad (3.50)$$

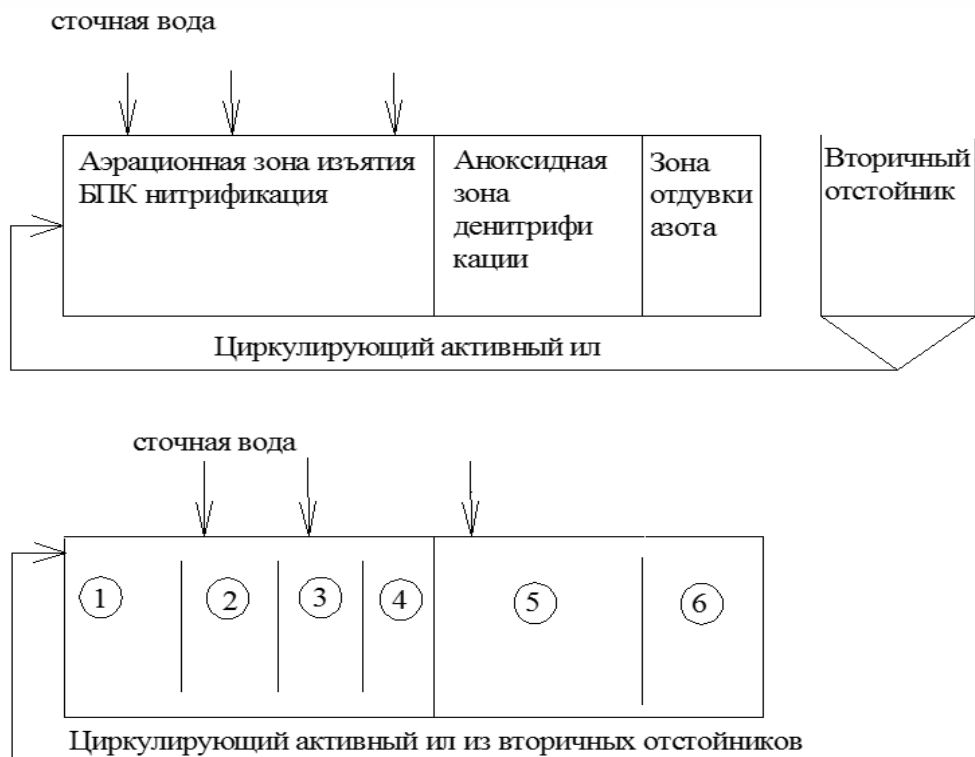
3.11 Аэротенки с нитрификацией и денитрификацией

Для глубокого удаления азотной группы принят метод микробиальной нитрификации-денитрификации.

Для процессов нитрификации и денитрификации применяются аэротенки с рассредоточенной подачей воды. Эта модификация сочетает преимущества аэротенка-вытеснителя, обеспечивающего высокое качество очистки, с досто-

инствами аэротенка-смесителя, позволяющего усреднить нагрузку на активный ил вдоль сооружения.

Одноиловая схема глубокого удаления азота в аэротенках предусматривает устройство секций нитрификации и денитрификации при помощи продольного секционирования поперечными перегородками. Секционирование позволяет более строго поддерживать заданный режим аэрации в пределах каждой секции.



1-4 – секции нитрификации (поперечные перегородки не доходят до дна и выше уровня воды); 5 – секция денитрификации (поперечная перегородка доходит до дна и ниже уровня воды); 6 – секция отдувки азота (поперечная перегородка не доходит до дна и выше уровня воды)

Рисунок 3.1 – Аэротенк с нитрификацией и денитрификацией

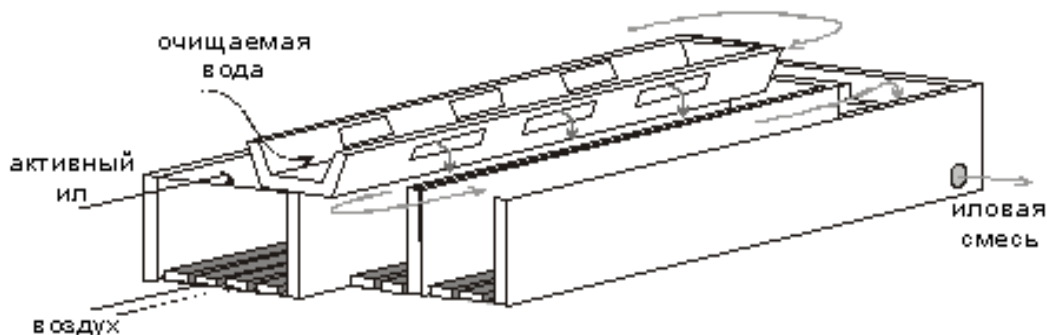


Рисунок 3.2 – Схема аэротенка с рассредоточенной подачей воды

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{cdp}} + 0,3 \cdot L_{\text{cdp}}, \text{ мг/л} \quad (3.54)$$

$$P_i = 0,8 \cdot 90,09 + 0,3 \cdot 125,64 = 109,76 \text{ мг/л};$$

Количество азота, пошедшее на синтез клеток микроорганизмов в денитрификаторе и аэротенке:

$$\Delta N = P_i \cdot \mu \cdot m \cdot (1 - s), \quad (3.55)$$

где μ – доля микроорганизмов в активном иле, 0,2-0,3;

M – доля азота в клетках микроорганизмов в пересчете на сухое вещество, 0,05-0,15.

$$\Delta N = 109,76 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0,3) = 2,31.$$

Концентрация азота органического, поступающего в денитрификатор из первичных отстойников:

$$(C_{\text{Noбщ}})_{\text{cdp}} = \frac{C_{\text{Noбщ}} \cdot (100 - \mathcal{E}_{\text{осв}})}{100} = \frac{4,5 \cdot (100 - 50)}{100} = 2,25 \text{ мг/л} \quad (3.56)$$

Требуемая степень рециркуляции активного ила в системе первичный отстойник → аэротенк → вторичный отстойник, обеспечивающий снижение азота нитратов в очищенной сточной воды до значений ПДК:

$$C_{\text{N-Норг}}^{\text{ПДК}} + \Delta N = \frac{C_{\text{N-NH}_4} + C_{\text{Noбщ}}}{1 + R_i}, \text{ мг/л} \quad (3.57)$$

где R_i – степень рециркуляции активного ила.

$$R_i = \frac{C_{\text{N-NH}_4} + C_{\text{Noбщ}} - C_{\text{N-Норг}}^{\text{ПДК}} + \Delta N}{C_{\text{N-Норг}}^{\text{ПДК}} + \Delta N} = \frac{(40,52 + 2,25)}{9,1 + 2,31} - 1 = 2,75 \quad (3.58)$$

Количество азота нитратов, поступивших в денитрификатор из вторичного отстойника с рециркуляционным потоком:

$$A_{\text{N-NO}_3} = \frac{(C_{\text{N-NO}_3}) \cdot Q_{\text{сум}} \cdot R_i}{10^6} = \frac{9,1 \cdot 36301,83 \cdot 2,75}{10^6} = 0,91 \text{ т/сут} \quad (3.59)$$

Количество азота нитратного в сточной воде, поступающей в денитрификатор с учетом потока:

$$C_{N-NO_3} = \frac{(C_{N-NO_3})_{en} \cdot Q_{cym} + (C_{N-NO_3}) \cdot Q_{ц}}{Q_{cym} + Q_{ц}}, \text{ мг/л} \quad (3.60)$$

где $C_{N-NO_3})_{en}$ – концентрация азота нитратов в исходной сточной воде;
 C_{N-NO_3} – концентрация азота нитратов в циркуляционном иле.

$$Q_{ц} = Q_{cym} \cdot R_i = 36301,83 \cdot 2,75 = 99830,03 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.61)$$

$$C_{N-NO_3} = \frac{0 \cdot 36301,83 + 9,1 \cdot 99830,03}{36301,83 + 99830,03} = 6,67 \text{ мг/л.}$$

Количество загрязнений по БПК_{полн}, пошедшее в денитрификаторе на восстановление азота нитратного:

$$(A_L)_B = K_i^{\text{den}} \cdot A_{N-NO_3} = 0,91 = 3,64 \text{ т/сут} \quad (3.62)$$

где K_i^{den} – денитрификационный потенциал, 4;

Количество загрязнений по БПК_{полн}, поступающее в денитрификатор:

$$(A_L)_{\text{den}} = \frac{L_{en} \cdot Q_{cym}}{10^6} = \frac{188,7 \cdot 36301,83}{10^6} = 6,85 \text{ т/сут} \quad (3.63)$$

Количество загрязнений по БПК_{полн}, поступающее в аэротенк:

$$(A_L)_{\text{aer}} = (A_L)_{\text{den}} - (A_L)_B = 6,85 - 3,64 = 3,21 \text{ т/сут} \quad (3.64)$$

Значение БПК_{полн} в сточной воде, поступающей в аэротенк:

$$(L_{en})_{\text{aer}} = \frac{(A_L) \cdot 10^6}{Q_{cym}} = \frac{3,21 \cdot 10^6}{36301,83} = 88,43 \text{ мг/л} \quad (3.65)$$

Продолжительность обработки сточных вод в денитрификаторе:

$$t_{\text{den}} = \frac{(C_{N-NO_3}^{\text{en}} - C_{N-NO_3}^{\text{ex}})}{a_i \cdot (1 - s_i) \cdot \rho_{\text{den}}} \cdot \frac{20}{T_w}, \text{ ч} \quad (3.66)$$

где $C_{N-NO_3}^{\text{en}}$ и $C_{N-NO_3}^{\text{ex}}$ – концентрация нитратов на входе и на выходе соответственно;

a_i – доза ила в денитрификаторе, 1-5 г/л;

ρ_{den} – скорость восстановления нитратов, принимается в зависимости от начального значения нитратов;

s_i – зольность активного ила, 0,25-0,3.

$$t_{\text{den}} = \frac{6,67 - 0}{2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 7,5} \cdot \frac{20}{13} = 0,98 \text{ ч.}$$

Требуемый объем денитрификатора:

$$W_{\text{den}} = q_m \cdot t_{\text{den}} \cdot (1 + R_i) = 2299,1 \cdot 0,98 \cdot (1 + 2,75) = 8449,19 \text{ м}^3 \quad (3.67)$$

Продолжительность обработки сточных вод в аэротенке:

$$t^{dee} = \left[(C_o^{dn} - C_{ex}^{dn}) \cdot (L_{mix} - L_{ex}) + K_d \cdot K_{dn} \cdot \ln \frac{C_{en}^{dn}}{C_{ex}^{dn}} \right] \cdot K_p \cdot \frac{1 + \phi_{dn} \cdot a_i^{dn}}{\rho_{\text{max}}^{dn} \cdot C \cdot a_i^{dn} (1 - s)} \cdot \frac{15}{T_w}, \text{ ч} \quad (3.68)$$

где ϕ_{dn} – коэффициент ингибирования процесса биохимического окисления органических веществ продуктами распада активного ила, 0,07 л/г;

C_o^{dn} – концентрация растворенного кислорода в аэротенке, 2 мг/л;

ρ_{max}^{dn} – максимальная скорость окисления органических веществ в аэротенке, 85 мг БПК_{полн}/г·ч;

a_i^{dn} – доза ила в аэротенке равная дозе ила в нитрификаторе, 1-5 г/л;

s – зольность активного ила в аэротенке равная зольности в нитрификаторе, 0,3;

K_d – константа, характеризующая свойство органических загрязнений, 33 мг БПК_{полн}/л;

K_{dn} – константа, характеризующая влияние кислорода, 0,625 мг O₂/л;

L_{mix} – БПК_{полн} сточных вод с учетом разбавления рециркуляционным расходом;

L_{ex} – БПК новых из аэротенка, 15 мг/л;

K_p – коэффициент продольного перемещения, 1,5;

$t_{\text{at}} = 1,4$ ч;

$$L_{\text{mix}} = \frac{L_{\text{en}} + l_{\text{ex}} \cdot R_i}{1 + R_i} = \frac{88,43 + 15 \cdot 2,75}{1 + 2,75} = 34,58 \text{ мг/л} \quad (3.69)$$

Требуемый объем аэротенка:

$$W_{\text{at}} = q_m \cdot t_{\text{at}} = 2299,1 \cdot 1,4 = 3218,74 \text{ м}^3. \quad (3.70)$$

Требуемая продолжительность нахождения сточных вод в нитрификаторе:

$$t_{\text{nit}} = \frac{C_{\text{N-NH}_4} + C_{\text{N-Nopr}} - (\Delta N)_{\text{at,den}} - C_{\text{N-NH}_4}^{\text{ПДК}}}{a_i \cdot (1 - s) \cdot \rho \cdot K_{\text{pH}}} \cdot \frac{20}{T_w}, \text{ ч} \quad (3.71)$$

где a_i – доза ила в нитрификаторе равная дозе ила в аэротенке, 2 г/л;

ρ – удельная скорость нитрификации, принимаемая в зависимости от концентрации азота аммонийного, 13,42 мг/г · ч;

K_{pH} – коэффициент, учитывающий влияние pH, 0,95;

$$t_{\text{nit}} = \frac{(40,52 + 4,5) - 2,31 - 0,39}{2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 13,42 \cdot 0,95} \cdot \frac{20}{13} = 3,65 \text{ ч}$$

Требуемый объем нитрификатора:

$$W_{\text{nit}} = q_m \cdot t_{\text{nit}} = 2299,1 \cdot 3,65 = 8391,72 \text{ м}^3. \quad (3.72)$$

Требуемый объем аэротенка-денитрификатора-нитрификатора:

$$\sum W = 8391,72 + 8449,19 + 3218,74 = 20059,65 \text{ м}^3.$$

Принят 4-х коридорный аэротенк-денитрификатор-нитрификатор, 3 секции (А-4-6-4,4). Основные параметры: глубина – 192 м, общая длина – 4,4 м, ширина коридора – 6 м, число коридоров – 4 шт., рабочий объем одной секции – 6500 м³, длина коридора – 66 м, ширина секции – 24 м.

Доля каждого сооружения:

$$P_{\text{aer,den,nit}} = \frac{W_{\text{aer,den,nit}}}{\sum W} \quad (3.73)$$

$$P_{\text{aer}} = \frac{3218,74}{6686,55} = 0,48;$$

$$P_{\text{den}} = \frac{8449,19}{6686,55} = 1,26;$$

$$P_{\text{nit}} = \frac{8391,72}{6686,55} = 1,26.$$

Размер каждого i-го сооружения:

$$L_{\text{den,aer,nit}} = L_{\text{общ}} \cdot P_{\text{aer,den,nit}}, \text{ м} \quad (3.74)$$

$$L_{\text{den}} = 198 \cdot 1,26 = 249,48 \text{ м};$$

$$L_{\text{aer}} = 198 \cdot 0,48 = 95,04 \text{ м};$$

$$L_{\text{nit}} = 198 \cdot 1,26 = 249,48 \text{ м}.$$

Удельный расход воздуха очищаемой воды, при пневматической системе аэрации определяется по формуле:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_{\circ} (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}}) + (C_{\text{nen}} - C_{\text{nex}})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 (C_a - C_{\circ})}, \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (3.75)$$

где q_{\circ} – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятого БПК_{полн}, 1,1;
 $L_{\text{en,ex}}$ – концентрация БПК на входе и на выходе, мг О₂/л;
 $C_{\text{nen,nex}}$ – концентрация азота на входе и выходе, мг/л;
 K_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора;
 K_2 – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэратора;
 K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, определяемый по формуле

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20), \quad (3.76)$$

где T_w – среднемесячная температура воды за летний период, °С;
 K_3 – коэффициент качества воды;
 C_a – растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л:

Растворимость кислорода воздуха в воде:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{P_{\text{норм}}} \quad (3.77)$$

где C_T – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления [20];

h_a – глубина погружения аэратора, м;

C_0 – средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л.

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (19,02 - 20) = 0,98;$$

$$C_a = \left(1 + \frac{4,2}{20,6}\right) \cdot 9,21 \cdot \frac{720}{760} = 10,51 \text{ мг/л};$$

$$q_{\text{air}} = \frac{1,1(88,43 - 15) + (133,91 + 1,34)}{1,34 \cdot 2,6 \cdot 0,98 \cdot 0,85 \cdot (10,51 - 2)} = 8,75 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Общий расход воздуха, подаваемый в аэротенк и нитрификатор:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w = 8,75 \cdot 2299,1 = 20117,13 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (3.78)$$

Подбор воздухоподувки:

$$N_b = \frac{Q_{air}}{K \cdot Q_b} = \frac{20117,13}{0,8 \cdot 6000} = 4,2 \approx 4 \text{ шт.} \quad (3.79)$$

Приняты турбовоздуходувки марки ТВ-80-1,6, объемом 2450 м³. Производительность 6000 м³/ч, давление нагнетания 0,163 МПа, частота вращения 2970 об/мин., мощность электродвигателя 160 кВт. Габариты агрегата: длина 2,85м, ширина 1,55 м, высота 1,48 м. Масса 4440 кг.

Количество избыточного активного ила:

$$\Delta P_i = P_i - a_t = 109,76 - 10 = 99,76 \quad (3.80)$$

где a_t – вынос ила из вторичных отстойников, 10 мг/л;

Суточное количество избыточного ила по сухому веществу:

$$A_i = \frac{\Delta P_i \cdot Q_{сут}}{10^6} = \frac{99,76 \cdot 36301,83}{10^6} = 3,62 \text{ т/сут} \quad (3.81)$$

Объем избыточного активного ила:

$$Q_i = \frac{100 \cdot A_i}{(100 - P_i) \cdot \gamma}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.82)$$

где P_i – влажность ила, %;

$$P_i = \left(1 - \frac{a_{ил.кам}}{1000}\right) \cdot 100, \% \quad (3.83)$$

Концентрация ила в иловой камере:

$$a_{ил.кам} = a_i \cdot \left(\frac{1 + R_i}{R_i}\right) = 2 \cdot \left(\frac{1 + 2,75}{2,75}\right) = 2,73 \text{ г/л} \quad (3.84)$$

где a_i – доза ила в денитрификаторе, 2.

$$P_i = \left(1 - \frac{2,73}{1000}\right) \cdot 100 = 99,7\%$$

$$Q_i = \frac{100 \cdot 3,62}{(100 - 99,7) \cdot 1} = 1206,67 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Количество насосов, требуемых для перекачки ила:

$$N_{\text{нас}} = \frac{R_i \cdot Q_{\text{сут}}}{24 \kappa_{\text{нас}} \cdot q_{\text{нас}}} = \frac{2,75 \cdot 36301,83}{24 \cdot 0,8 \cdot 800} = 7 \text{ насосов} \quad (3.85)$$

Принят насос марки СД-160-10.

3.12 Вторичные радиальные отстойники

Вторичные отстойники приняты по типу, как и первичные, т.е. радиальные. Они являются составной частью сооружений биологической очистки, располагаются в технологической схеме непосредственно после биоокислителей и служат для выделения активного ила из биологически очищенной воды, выходящей из аэротенков. Радиальные вторичные отстойники, как и первичные, вместо типовых илососов и илоскребов оборудуются скребковой системой Fin-chain (Финляндия), что обеспечивает надежную работу отстойников, избавляет от проблем с их эксплуатацией в зимний период, предотвращает возможность постепенного разрушения борта отстойника.

Вторичные отстойники всех типов после аэротенков надлежит рассчитывать по гидравлической нагрузке воды на поверхность отстойника:

$$q_{\text{ssa}} = \frac{4,5 K_{ss} H_{\text{set}}^{0,8}}{(0,1 J_i a_i)^{0,5-0,01 a_i}}, \quad (3.86)$$

где K_{ss} – коэффициент использования объема зоны отстаивания (для радиальных отстойников 0,4);

a_i – требуемая концентрация активного ила в осветленной биологически очищенной воде, мг/л;

H_{set} – глубина слоя осветляемой воды в отстойнике, м;

J_i – иловый индекс, см³/г; при нагрузке на ил q_i ;

a_i – доза активного ила в смеси, поступающей из аэротенков, г/л.

$$q_{\text{ssa}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 100,96 \cdot 2)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1,34 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

Площадь вторичных отстойников:

$$F_{ssa} = \frac{Q_{max}}{q_{ssa}} = \frac{2299,1}{1,34} = 1715,75 \text{ м}^2 \quad (3.87)$$

Принято 4 вторичных отстойника.
Диаметр отстойника:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ssa}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1715,75}{3,14 \cdot 4}} = 23 \text{ м} \quad (3.88)$$

Приняты типовые отстойники $D = 24 \text{ м}$, $H = 3,7 \text{ м}$, объем отстойной зоны 1400 м^3 , зоны осаждения – 280 м^3 .

3.13 Иловая насосная станция

Иловая насосная станция совмещена с насосно-воздуходувной станцией.
Требуемый напор воздуходувки:

$$H_{тр} = h_l + h_m + h_{aэр} + h_{ном}, \text{ м} \quad (3.89)$$

где h_l, h_m – потери по длине и местные, $h_l + h_m = 0,3 \text{ м}$;

$h_{aэр}$ – глубина погружения аэратора, м;

$h_{ном}$ – потери давления в аэраторе, $0,2 \text{ м}$.

$$H_{тр} = 0,3 + 4,2 + 0,2 = 4,7 \text{ м}$$

Принята типовая воздуходувная станция с четырьмя турбовоздуходувками марки ТВ – 175 – 1,6.

Определение расхода активного ила:

- по сухому веществу

$$P_{ц.сх.} = \frac{a_{aэр} \cdot Q_{сут}}{1000}, \text{ т/сут} \quad (3.90)$$

$$P_{ц.сх.} = \frac{6,2 \cdot 26166,5}{1000} = 162,23 \text{ т/сут}$$

- по объему

$$V_u = \frac{P_{\text{и.сж.}} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{162,23 \cdot 100}{(100 - 99,2) \cdot 1,01} = 20077 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.91)$$

Принято 3 рабочих и 1 резервный насос марки СМ 200-150-400 ($Q = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 22,5 \text{ м}$, $m = 605 \text{ кг}$, $N_{\text{дв}} = 16,3 \text{ кВт}$).

3.14 Обеззараживание сточных вод ультрафиолетовым облучением

Для обеззараживания сточных вод, перед выпуском их в водоём, принято ультрафиолетовое облучение.

Использование современных источников ультрафиолета и высококачественных материалов позволяет полностью решить проблемы эксплуатации оборудования, выпускаемого ранее в России: быстрое загрязнение кварцевых трубок, частые ремонты камер и электрооборудования, большой расход электроэнергии.

Установки серии УДВ для сточных вод обеспечивают качество воды по микробиологическим показателям соответствующие требованиям для очищенных сточных вод.

Обеззараживание ультрафиолетовым (УФ) излучением – безопасный, экономичный и эффективный способ дезинфекции. Обеззараживание воды ультрафиолетом относится к экологически чистому методу дезинфекции. Обеззараживание воды ультрафиолетом ведёт к снижению уровня свободного хлора и полностью разрушает хлорамин. Вследствие чего, хлорсодержащие вещества не попадают в водоёмы. Первостепенное значение имеет то обстоятельство, что обеззараживание воды ультрафиолетом считается методом с низкими эксплуатационными расходами. Для обеззараживания воды ультрафиолетом существуют специальные дезактиваторные устройства – ультрафиолетовые установки. Обеззараживание сточных вод производится с помощью ультрафиолетового облучения: $Q_{\text{max}} = 1191,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Принимаем 2 рабочие и 1 резервную установки ультрафиолетового облучения УДВ-576 НПО «ЛИТ» производительностью $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Мощность электродвигателя $N = 48 \text{ кВт}$, максимальное давление $1,2 \text{ атмосферы}$, D_y патрубков = $600, 800 \text{ мм}$, максимальный габаритный размер $6600-7000 \text{ мм}$.

В состав установок входят: камера облучения, пульт управления, УФ-датчик, блок промывок. Камера обеззараживания представляет собой корпус, внутри которого располагаются бактерицидные лампы, ориентированные вдоль или поперек потока. Количество ламп и их расположение определяется производительностью установки, а также типом и качеством обрабатываемой воды. Конструкция камеры обеззараживания позволяет обеспечить малые потери напора, поэтому установки УДВ могут успешно применяться как в напорных, так и в самотечных системах.

В установках УДВ используются высококачественные конструкционные материалы. Корпус камеры обеззараживания изготовлен из нержавеющей ста-

$$V_p = v_\phi \cdot \frac{N - n_p}{N} = 8 \cdot \frac{7 - 2}{7} = 6 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.94)$$

где n_p – число фильтров, находящихся в ремонте, 2.

Суммарная площадь фильтров:

$$F = \frac{Q}{24 \cdot v_p - n \cdot v_p \cdot T} = \frac{36301,83}{24 \cdot 6 - 2 \cdot 6 \cdot 0,2} = 256,37 \text{ м}^2 \quad (3.95)$$

Площадь одного фильтра:

$$f = F/N = 256,37/7 = 36,62 \text{ м}^2 \quad (3.96)$$

Принят фильтр размером 7×7 м ($f = 49 \text{ м}^2$).

Диаметр коллектора трубчатого дренажа определяется исходя из скорости движения воды в нем в ходе промывки:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot v_k}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,735}{3,14 \cdot 2}} = 0,68 \text{ м} \quad (3.97)$$

где v_k – скорость промывной воды, 2 м/с;

$q_{\text{пр}}$ – расход промывной воды, м³/с.

$$q_{\text{пр}} = I \cdot f/1000 = 15 \cdot 49/1000 = 0,735 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.98)$$

Расчет объема резервуара-накопителя воды для промывки фильтров и приемного резервуара промывных вод производится исходя из потребности воды на две промывки при одновременной промывке одного фильтра.

$$W_{\text{пр}} = 2 \cdot \frac{I \cdot f \cdot T}{1000} \cdot 60 = 2 \cdot \frac{15 \cdot 36,62 \cdot 12}{1000} \cdot 60 = 790,99 \text{ м}^3 \quad (3.99)$$

Принято три типовых железобетонных резервуара объемом 400 м³ каждый.

Расход воды на промывку барабанных сеток 0,3-0,5% от общего расхода воды:

$$W_6 = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot 0,4}{100} = \frac{36301,83 \cdot 0,4}{100} = 145,21 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.100)$$

Резервуары для сбора промывных вод рассчитываются на две промывки фильтров, а также на прием воды от промывки барабанных сеток:

$$W = W_{\text{пр}} + W_6 = 790,99 + 145,21 = 936,2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.101)$$

Для сбора промывных вод также приняты два железобетонных резервуара объемом 500 м³ каждый.

3.16 ВЫПУСК СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМ

В проекте принят русловой сосредоточенный выпуск сточных вод. Диаметр выпуска определён из условия $D = (1,5-2)d$ по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{cs}}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,48}{2 \cdot 3,14}} = 0,6 \text{ м} \quad (3.102)$$

Диаметр выпуска принят 600 мм.

где $Q_{\text{св}}$ – расход сточных вод, м³/с.

V – скорость в выпуске, 2 м/с;

$$D = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ м.}$$

3.17 Расчет сооружений для обработки осадка

Принято совместное уплотнение избыточного ила с осадком первичных отстойников в уплотнителях радиального типа; полезная площадь поперечного сечения радиального уплотнителя, м²:

$$F_{\text{нолз}} = \frac{p_{\text{сyx}}}{24 \cdot q_{\text{сyx}}} = \frac{(8,18 + 7,25) \cdot 1000}{24 \cdot 2} = 321,5 \text{ М}^2 \quad (3.103)$$

Где $p_{\text{сух}}$ – количество смеси осадка и ила по сухому веществу, т/сут;

$q_{\text{сух}}$ – удельная нагрузка по сухому веществу, $2 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$.

Количество сухого вещества осадка $p_{сх} = 8,18$ т/сут

Количество сухого вещества избыточного ила $I_{\text{сух}} = 7,25$ т/сут

Требуемый диаметр уплотнителя:

$$D_{yml} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{полез}}}{3,14 \cdot n_{yml}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 321,5}{3,14 \cdot 2}} = 14 \text{ м} \quad (3.104)$$

где $n_{\text{упл}}$ – число уплотнителей, не менее двух.

Объем уплотненного осадка:

$$V_{\text{уп.ос}} = \frac{(P_{\text{сyx}} + I_{\text{сyx}}) \cdot 100}{(100 - W_{\text{уп.ос}}) \cdot \rho_{\text{уп.ос}}} = \frac{(8,18 + 7,25) \cdot 1000}{(100 - 97) \cdot 1,02} = 504,25 \text{ м}^3 \quad (3.105)$$

где $W_{\text{уп.ос}}$ – влажность уплотненного осадка, 97 %;
 $\rho_{\text{уп.ос}}$ – плотность уплотненного осадка, 1,02 т/м³.

Объем иловой воды:

$$V_{\text{ил.в}} = V_{\text{ил}} + V_{\text{ос}} - V_{\text{уп.ос}} = 2417 + 119,9 - 504,25 = 2032,65 \text{ м}^3 \quad (3.106)$$

Количество беззольного вещества:
осадка:

$$P_{\text{бз}} = \frac{P_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{ос}}) \cdot (100 - B_{\text{ос}})}{100 \cdot 100}, \text{ т/сут} \quad (3.107)$$

где $B_{\text{ос}}$ – гидроскопическая влажность осадка 5%.

$$P_{\text{бз}} = \frac{8,18 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 300)}{100 \cdot 100} = 5,44 \text{ т/сут}$$

ила:

$$I_{\text{бз}} = \frac{I_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{ил}}) \cdot (100 - B_{\text{ил}})}{100 \cdot 100}, \text{ т/сут} \quad (3.108)$$

где $B_{\text{ил}}$ – гидроскопическая влажность осадка и ила, 6%.

$$I_{\text{бз}} = \frac{7,25 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 6)}{100 \cdot 100} = 5,1 \text{ т/сут}$$

Общее количество смеси осадков:

– по сухому веществу:

$$M_{\text{сyx}} = P_{\text{сyx}} + I_{\text{сyx}} = 8,18 + 7,25 = 15,43 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.109)$$

– по беззольному веществу:

$$M_{\text{бз.}} = P_{\text{бз.}} + I_{\text{бз.}} = 5,44 + 5,1 = 10,54 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.110)$$

– по объему: $V_{\text{см}} = 504,25 \text{ м}^3/\text{сут}$

Средняя влажность смеси осадков:

$$W_{\text{см}} = 100 \left(1 - \frac{M_{\text{сух}}}{V_{\text{сух}}} \right) = 100 \left(1 - \frac{15,43}{504,25} \right) = 96,9 \% \quad (3.111)$$

Требуемый объем метантенков:

$$W_{\text{м}} = \frac{100 \cdot V_{\text{см}}}{D} = \frac{100 \cdot 504,25}{19} = 1653,95 \text{ м}^3 \quad (3.112)$$

где D – доза загрузки, 19 %.

Принято 2 метантенка диаметром 12,5 м, с полезным объемом одного резервуара 1000 м³.

Максимальное возможное сбраживание беззольного вещества смеси ила и осадка в долях единиц:

$$R = \frac{0,53 \cdot P_{\text{бз}} + 0,44 \cdot I_{\text{бз}}}{P_{\text{бз}} + I_{\text{бз}}} = \frac{0,53 \cdot 8,18 + 0,44 \cdot 7,25}{8,18 + 7,25} = 0,49 \quad (3.113)$$

Процент распада беззольного вещества:

$$R_{\text{ч}} = R - K_{\text{ч}} \quad D = 49 - 0,17 \cdot 19 = 45,8\% \quad (3.114)$$

где $K_{\text{ч}} = 0,17$.

Удельный выход газа из метантенка:

$$\Gamma_{\text{уд}} = \frac{R_{\text{ч}}}{100} = \frac{45,8}{100} = 0,458 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.115)$$

Общий выход газа из метантенка:

$$\Gamma_{\text{общ}} = \Gamma_{\text{уд}} \cdot M_{\text{бз}} \cdot 1000 = 0,458 \cdot 10,54 \cdot 1000 = 4827,32 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.116)$$

Требуемая емкость газгольдеров:

$$V_{\text{газ}} = \Gamma_{\text{общ}} \cdot t/24 = 4827,32 \cdot \frac{3}{24} = 603,4 \text{ м}^3 \quad (3.117)$$

где t – время хранения газа в газгольдере, $t = 2-4$.

Принято 2 газгольдера емкостью по 300 м³.

Общая теплотворная способность сжигания газа, ккал/сут:

$$D_{\text{газ}} = G_{\text{общ}} \cdot G_{\text{газ}} = 4827,32 \cdot 5000 = 2,42 \cdot 10^7 \text{ ккал/сут} \quad (3.118)$$

где $G_{\text{газ}} = 5000 \text{ ккал/м}^3$.

Требуемый расход тепла на подогрев осадка, ккал/сут:

$$D_{\text{мет}} = C \cdot V \cdot (T_1 - T_2) \quad (3.119)$$

где C – теплоемкость осадка, 1350 ккал/т град;

T_1 – температура сбраживания, 53°C;

T_2 – температура осадка, 18°C.

$$D_{\text{мет}} = 1350 \cdot 504,25 \cdot (53 - 18) = 2,38 \cdot 10^7 \text{ ккал/сут}$$

Следовательно, тепла от сжигания осадка достаточно для его подогрева

Требуемая площадь иловых площадок:

$$F_{\text{ил.пл}} = \frac{V_{\text{см}} \cdot 365}{q_{\text{уд}} \cdot K_1} \cdot 1 = \frac{504,25 \cdot 365}{0,8 \cdot 0,9} \cdot 1 = 255626,7 \text{ м}^2 \quad (3.120)$$

где $q_{\text{уд}}$ – удельная нагрузка, м³/м³ год;

K_1 – климатический коэффициент.

Полная площадь иловых площадок, м²:

$$F_{\text{полн}} = F_{\text{ил.пл}} \cdot 1,2 = 255626,7 \cdot 1,2 = 306752,04 = 306,7 \text{ га} \quad (3.121)$$

4 Оценка антропогенного воздействия проектируемой системы водоотведения на окружающую среду

4.1 Общие положения

Охрана водных объектов представляет собой систему практических мероприятий по сохранению качества воды в природных системах.

При работе систем водоотведения происходит воздействие на водные объекты: нарушение гидрологических параметров, загрязнение водных объектов атмосферными, промливневыми и возвратными водами. Предотвратить эти явления можно еще на стадии проектирования, Инженерно-технические решения по охране водных объектов включают в себя следующие мероприятия:

- прогноз и оценка возможных отрицательных последствий действующих и проектируемых систем на водные объекты;
- своевременное выявление и корректировка конкретных технологических процессов, приводящие к загрязнению воды;
- разработка профилактических мероприятий по защите водных объектов;
- оптимизация технологических, инженерных и проектно-конструкторских решений исходя из минимального ущерба.

4.2 Нормирование качества водного объекта

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Водные объекты подразделяются по виду водопользования на объекты хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового назначения и рыбохозяйственного водопользования.

Нормирование качества воды в водных объектах хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового проводится по общим требованиям и по содержанию вредных веществ в воде [35].

В том случае, если в воде водного объекта присутствуют вещества 1-го и 2-го класса опасности, то дополнительно оценка производится по обобщенному показателю с учетом суммирующего действия этих компонентов.

Оценка качества воды для водоемов рыбохозяйственного водопользования производится по обобщенным гидрохимическим показателям каждого лимитирующего показателя вредности (ЛПВ).

4.3 Оценка технологии очистки сточных вод

В производстве образуются различные категории сточных вод. Сточная вода – вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через загрязненную территорию.

В зависимости от условия образования сточные воды делятся на хозяйственно-бытовые, производственные и поверхностные (или ливневые).

Сточные воды загрязнены различными веществами.

Комитетом Всемирной организации здравоохранения рекомендована следующая классификация химических загрязнителей воды:

- биологически нестойкие органические соединения.
- малотоксичные неорганические соли.
- нефтепродукты.
- биогенные соединения.
- вещества со специфическими токсичными свойствами, в том числе тяжелые металлы.
- биологические жесткие неразлагающиеся органические синтетические соединения.

В проекте принята технологическая схема полной биологической очистки с нитрификацией и денитрификацией для улучшения очистки по примесям азотной группы.

Для улучшения технологии водоохраны предусмотрена дополнительная обработка: фильтрование на зернистых фильтрах. Приняты скорые фильтры с загрузкой из кварцевого песка с фракцией 0,7-1,6 мм при высоте слоя 600-700 мм, и антрацит с диаметром 1,2-2,0 мм при высоте слоя 400-500 мм.

С учётом проектных концентраций загрязняющих веществ и кратности основного разбавления определён прогноз качества воды в контрольном створе по формуле

$$C_{п.в} = [C_{о.с.} + (n - 1) \cdot C_{ф}] / n$$

где $C_{о.с.}$ – проектная концентрация загрязняющих веществ, мг/л;

n – наименьшая кратность основного разбавления;

$C_{ф}$ – фоновая концентрация загрязняющих веществ, мг/л.

Прогноз качества воды в контрольном створе приведён в таблице 4.1.

т.п.) по правилам, установленным системой кодификации. Для облегчения кодирования разработаны каталоги отходов.

Таблица 4.2 – Количество твердых отходов, образующихся в процессе очистки сточных вод

Наименование отхода	Норма образования	Физико-химические свойства отхода	Количество отходов, р, т/год
стадия механической очистки			
Отходы жилищ, задерживаемые на решётках КНС (IV класс)	8 л/год от 1 человека*	$\rho = 750 \text{ кг/м}^3 = 0,75 \text{ т/м}^3$	$p1 = \frac{S \cdot N \cdot \rho}{1000} = \frac{8 \cdot 64717 \cdot 0,75}{1000} = 388,30$ <p>где N – численность населения, чел; S – норма образования; ρ – плотность осадка, т/м³; 1000 – коэффициент перевода из л в м³</p>
Стабильные осадки (песок из песколовок – 5 класс)	0,02 л/(сут·чел)	влажность 60%, объемный вес 1,5 т/м ³	$p2 = \frac{S \cdot N \cdot 365 \cdot 0,4 \cdot \rho}{1000} =$ $\frac{0,02 \cdot 64717 \cdot 365 \cdot 0,4 \cdot 1,5}{1000} = 283,46$ <p>где 0,4 – коэффициент, учитывающий вес осадка по сухому веществу</p>
Количество взвешенных веществ, поступающих на первичные отстойники	65** г/сут на одного человека	-	$p3 = \frac{65 \cdot N \cdot 365}{1000000} = \frac{65 \cdot 64717 \cdot 365}{1000000} = 1535,41$
Взвешенные вещества из первичных отстойников с учётом 60% осветления	-	-	$p4 = 0,6 \cdot p3 = 0,6 \cdot 1535,41 = 921,25$ <p>где 0,6 – коэффициент, учитывающий 60% извлечение взвешенных веществ</p>
Количество осадка, поступающего в аэротенки	-	-	$p5 = p3 - p4 = 1535,41 - 921,25 = 614,16$
стадия биологической очистки			
Взвешенные вещества с учетом 20% сбрасывания в аэротенке	-	-	$p6 = 0,2 \cdot p5 = 0,2 \cdot 614,16 = 122,83$
Прирост активного ила	0,3-40 г/сут на одного человека	-	$p7 = \frac{40 \cdot 0,3 \cdot N \cdot 365}{1000000} =$ $\frac{40 \cdot 0,3 \cdot 64717 \cdot 365}{1000000} = 283,46$

Окончание таблицы 4.2

Количество осадка, задержанного во вторичном отстойнике	-	-	$p8 = p7 + p6 = 283,46 + 122,83 = 406,29$
Вынос осадка с очищенной сточной водой	6,89 мг/л	-	$\text{Пост} = \frac{C_k \cdot Q \cdot 365}{1000000} = \frac{5,24 \cdot 36301,83 \cdot 365}{1000000} = 69,4$ <p>где Q – расход сточных вод, м³/сут.</p>
Количество осадка, задержанного во вторичном отстойнике с учетом выноса	-	-	$p9 = p8 - \text{Пост} = 406,29 - 69,43 = 336,86$
Количество осадка, размещаемого на иловых площадках	-	-	$p10 = p9 + p4 = 336,86 + 921,25 = 1258,11$
<p>Примечания:</p> <p>* Количество отбросов, снимаемых с решеток принято согласно п. 9.2.1.2 [1]). Средняя плотность отбросов – 750 кг/м³.</p> <p>** Количество загрязняющих воду веществ на одного жителя принято согласно п. 9.1.5 по табл. 19 [1].</p>			

Объем осадка из первичного отстойника при влажности $W = 97\%$, плотности $\rho = 1,03 \text{ т/м}^3$:

$$V_1 = \frac{p_4 \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{921,25 \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1,03} = 29813,9 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.1)$$

Объем ила, размещаемого на иловых площадках при влажности $W = 97\%$, плотности $\rho = 1,03 \text{ т/м}^3$:

$$V_2 = \frac{p_{10} \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{1258,11 \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1,03} = 40715,53 \quad (4.2)$$

Объем осадка с учетом обезвоживания при влажности $W = 80\%$, плотности $\rho = 1,1 \text{ т/м}^3$, рассчитывается по формуле (4.2)

$$V_3 = \frac{1258,11 \cdot 100}{(100 - 80) \cdot 1,1} = 5718,68 \text{ м}^3/\text{год}$$

Площадь иловых площадок:

$$F = \frac{V_3}{h \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = \frac{5718,68}{3 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,86 \text{ г} \quad (4.3)$$

где h – глубина иловых площадок, м;

1,5 – коэффициент увеличения иловых площадок с учетом подъездных путей;

3 – коэффициент, учитывающий уплотнение осадка в течение 3 лет.

4.5 Санитарно-защитная зона очистных сооружений

Санитарно-защитная зона канализационных очистных сооружений с учетом состава и производительности принята равной 500 м [32].

4.6 Расчет размера плат за загрязнение водного объекта

При расчете платежей производим согласование концентраций загрязнений, допускаемых к водоотведению. Это означает, что НДС по компонентам, для которых концентрация на выходе после очистки меньше, чем требуется к водоотведению, приравнивается к фактической.

Плата за загрязнение водного объекта определяется согласно [29] по формуле

$$\Pi = J \cdot K_{\text{э}} \cdot \sum_{i=1}^N \Pi_i^{\text{общ}}, \text{ руб.} \quad (4.4)$$

где J – индекс-дефлятор;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости;

$\Pi_i^{\text{общ}}$ – общая плата за выбросы в природную среду i -го компонента:

$$\Pi_i^{\text{общ}} = \Pi_i^{\text{л}} + \Pi_i^{\text{пр}}, \text{ руб.} \quad (4.5)$$

где $\Pi_i^{\text{л}}$ – плата природопользователей за допустимые выбросы в природную среду, руб./год;

$\Pi_i^{\text{пр}}$ – плата за превышение допустимых загрязнений, руб./год.

$$\Pi_i^{\text{л}} = m_i^{\text{л}} \cdot p_i^{\text{л}}, \text{ руб.} \quad (4.6)$$

$$\Pi_i^{\text{пр}} = (m_i^{\text{ф}} - m_i^{\text{л}}) \cdot p_i^{\text{пр}}, \text{ руб.} \quad (4.7)$$

где $m_i^{\text{л}}$, $m_i^{\text{ф}}$ – соответственно массы сбросов i -го вещества в пределах лимита и фактические выбросы, т/год;

$p_i^{\text{л}}$, $p_i^{\text{пр}}$ – нормативы платы за выбросы в пределах лимита и за превышение допустимых выбросов, руб./год [29].

Плата за сброс сточных вод в водный объект приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Плата за сброс сточных вод в водный объект

[illegible]

5 Автоматизация очистных сооружений

Процесс проектирования и монтажа очистных сооружений осуществляется с учетом этапности ввода данных сооружений в эксплуатацию. Следовательно, автоматизация очистных сооружений должна быть тщательным образом продумана еще в процессе создания проекта очистного сооружения. На сегодняшний момент очистные сооружения являются конечным этапом цикла водоотведения, но в отличие от своих предшественников современные очистные сооружения являются довольно сложным объектом, включающим в себя огромное количество технологического оборудования, которое чаще всего распределено по обширной территории.

Процесс автоматизации предусматривает управление всеми процессами, происходящими в очистном сооружении. Кроме того, благодаря специальным приборам для технологического контроля, вся необходимая информация своевременно поступает к диспетчеру.

К основным достоинствам системы автоматизации очистных сооружений необходимо отнести возможность отслеживания в режиме реального времени такие важные показатели, как:

- концентрация кислорода;
- концентрация взвешенных веществ;
- концентрация ХПК;
- водородный показатель pH;
- концентрация фосфатов;
- окислительно-восстановительные потенциалы;
- концентрация нитритного, нитратного и аммонийного азота.

Кроме этого, количественные параметры точно определяют расходы воздуха, активного ила и сточных вод. Необходимость применения довольно большого числа контролируемых параметров здесь обуславливается особо высокой сложностью технологии очистки сточных вод, и дисбалансом азота.

Система автоматизации и управления очистными сооружениями обеспечивает постоянное слежение за качеством очистки и дает возможность управления расходом воздуха и активного ила и позволяет регулировать объемы зоны денитрификации и дефосфотации.

После внедрения средств автоматизации очистных сооружений на местах, может быть организован сбор всей указанной выше о ходе технологического процесса информации. Данная информация может быть отображена на компьютерах диспетчера и главного технолога.

Использование современных средств автоматизации очистных сооружений позволяет не только отслеживать ход процесса, но и гибко влиять на него, подбирая наиболее оптимальные режимы работы, как с точки зрения улучшения качества очистки, так и снижения энергопотребления.

Таким образом, монтаж систем автоматизации очистного сооружения позволит вам не только повысить эффективность работы очистного сооружения, но и снизить затраты на электроэнергию, что позволит вам окупить затраты на ее установку в течение весьма непродолжительного промежутка времени [29].

Автоматизация биологической очистки сточных вод – применение технических средств, экономико-математических методов, систем контроля и управления, частично или полностью освобождающих человека от участия в процессах, происходящих в песколовках, первичных и вторичных отстойниках, аэротенках и др. сооружениях на станции биологической очистки сточных вод.

Основные технологические процессы, контролируемые и управляемые на сооружениях биологической очистки сточных вод, выгрузка песка из песколовок и сырого осадка из первичных отстойников; стабилизация значения рН воды, поступающей в аэротенки, на оптимальном уровне; сброс токсичных сточных вод в аварийную емкость и последующая постепенная подача его в аэротенки; сброс части потока воды в накопитель или подкачка из него воды; распределение сточной воды между параллельно работающими аэротенками; распределение сточной воды по длине аэротенка для динамического перераспределения рабочего объема между окислителем и регенератором с целью накопления ила и повышения среднесуточного качества очищенной воды; подача воздуха для поддержания во всем объеме аэротенков оптимальных концентраций растворенного кислорода; подача возвратного активного ила для поддержания постоянной нагрузки на ил по органическим веществам; выгрузка ила из вторичных отстойников; вывод избыточного активного ила из аэротенков для поддержания его оптимального возраста; включение в работу насосов и нагнетателей и их выключение для минимизации энергозатрат на перекачку воды, ила, осадка и воздуха. На основании данных технологического контроля и управления процессами прогнозируют график поступления сточной воды, ее качество и график энергопотребления для минимизации общих затрат на обработку воды. Контроль и управление этими процессами осуществляются с помощью вычислительного комплекса, работающего в режиме либо советчика диспетчера, либо автоматического управления.

При контроле и управлении автоматически измеряются уровни песка в песколовках и сырого осадка в первичных отстойниках, концентрация и скорость потребления кислорода в емкостях, уровень ила во вторичных отстойниках.

Качественный контроль процесса и оптимальное управление им могут быть обеспечены при измерении таких параметров, как степень токсичности сточной воды для микроорганизмов активного ила, интенсивность биоокисления, БПК поступающей и очищенной воды, активность ила и др., которые нельзя определить непосредственным измерением. Указанные параметры могут быть определены путем расчета на основании измерения скорости потребления

Типовые системы управления выпуском ила поддерживают заданный уровень раздела ил-вода. Фотодатчик уровня раздела устанавливают у борта отстойника в застойной зоне. Качество регулирования подобных систем может быть улучшено, если применить ультразвуковой сигнализатор уровня раздела сред. Более высокое качество очищенной воды можно получить, если применить для регулирования следящий уровнемер раздела ил-вода.

Для стабилизации илового режима не только отстойников, но и всей системы аэротенк-насосная станция возвратного ила-вторичный отстойник необходимо поддерживать заданный коэффициент рециркуляции, чтобы расход выгружаемого ила был пропорционален расходу поступающей сточной воды. Уровень стояния ила измеряется для косвенного контроля изменения илового индекса или неисправности системы регулирования расхода иловой смеси.

При регулировании сброса избыточного ила необходимо вычислять количество ила, приросшего в течение суток, для удаления из системы только приросшего ила и стабилизации возраста ила. Этим обеспечиваются высокое качество ила и оптимальная скорость биоокисления. Из-за отсутствия измерителей концентрации активного ила эту задачу можно решить с помощью измерителей скорости потребления кислорода, так как скорость роста ила и скорость потребления кислорода взаимосвязаны. Вычислительный блок системы интегрирует количество потребленного кислорода и количество удаленного ила и один раз в сутки корректирует заданный расход избыточного ила. Система может использоваться как при непрерывном, так и при периодическом сбросе избыточного ила

В оксистерках предъявляются более высокие требования к качеству поддержания кислородного режима из-за опасности интоксикации ила при высоких концентрациях растворенного кислорода и резкого снижения скорости очистки при малых концентрациях. При эксплуатации оксистерков необходимо управлять как подачей кислорода, так и сбросом отработанных газов. Подачу кислорода регулируют либо по давлению газовой фазы, либо по концентрации растворенного кислорода в активной зоне. Сброс отработанных газов регулируют либо пропорционально расходу сточные воды, либо по концентрации кислорода в отработанном газе [30].

Биологический метод занимает особое место в технологии очистки сточных вод. Он до сих пор не имеет конкурентов по универсальности, глубине очистки и эксплуатационным расходам, особенно при очистке больших масс воды.

Наиболее распространена биологическая очистка в аэротенках с помощью активного ила с аэрацией воздухом иловой смеси. Для автоматизации этого процесса разработано много различных схем регулирования, таких, например, как АСР илового режима в радиальном отстойнике по заданному уровню, АСР кислородного режима в аэротенках, АСР илового режима по концентрации возвратного ила с блокировкой по положению уровня ила в отстойнике.

Рассмотрим схему наиболее совершенной, комбинированной АСР (рис. 5.1), которая состоит из трех отдельных систем: регулирования концентрации растворенного кислорода, регулирования нагрузки на активный ил и регулирования возврата ила.

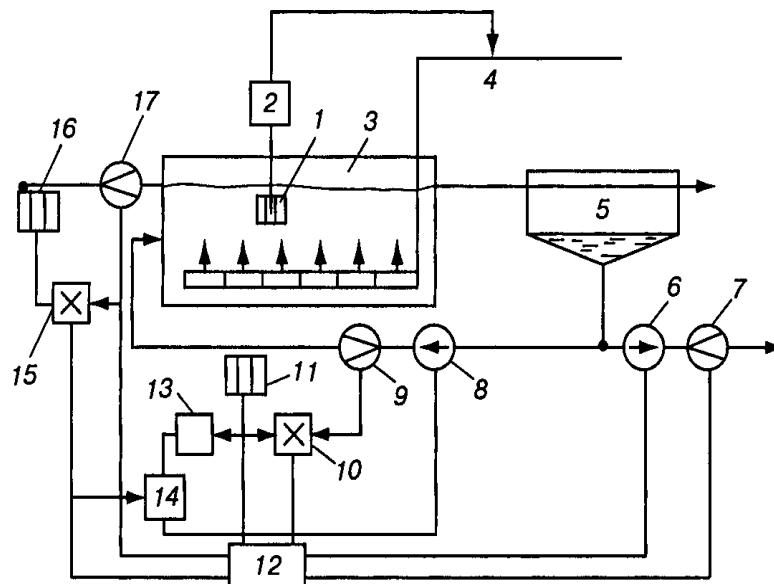


Рисунок 5.1 Схема АСР процесса очистки сточных вод в аэротенке по ХПК исходной сточной воды и концентрации активного ила

АСР нагрузки на активный ил предназначена для поддержания постоянным соотношения между количеством загрязнений, поступающих в аэротенки, и количеством возвратного ила. Сигналы от датчиков концентрации органических загрязнений 16 и расхода сточной воды 17 поступают в блок умножения 15, после которого перемноженный сигнал подается на вход регулятора соотношения 14. В него же подаются сигналы от измерителей концентрации активного ила 11 и расхода возвратного ила 9, перемноженные в блоке умножения 10.

Заданная величина органической нагрузки для обеспечения нормального режима работы вторичных отстойников 5 корректируется по величине концентрации активного ила функциональным преобразователем 13. Регулятор соотношения воздействует на насос 8 возвратного ила.

АСР возврата ила действует таким образом, чтобы общая масса ила в аэротенках и отстойниках оставалась постоянной. Сигналы от измерителей расхода сточной воды 17 и избыточного ила 7, концентрации активного ила 11 и блоков умножения 10 и 15 поступают в вычислительное устройство 12, которое рассчитывает массу активного ила, находящегося в системе очистки, и воздействует на насос 6 избыточного ила. Предусмотрена блокировка, запрещающая сброс избыточного ила при поступлении концентрированных сточных вод [29].

6 Технология и организация строительства трубопровода

6.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ рассчитаны на участках безнапорной водоотводящей сети. Участки запроектированы из стеклопластиковых труб Helux, $d_y = 800$ мм с уклоном $i = 0,0013$, длиной 12 м. Масса 1 трубы при толщине стенки 14,8 мм равна 936 кг. Длина участка – 1045 м.

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей определены площади поперечного сечения траншеи на пикетах.

Средняя глубина траншеи:

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}, \text{ м} \quad (6.1)$$

где h_1 – глубина заложения трубы в начале участка, м;

h_2 – глубина заложения трубы в конце участка, м.

$$h_{cp} = \frac{2,4 + 3,53}{2} = 2,97 \text{ м}$$

Средняя площадь поперечного сечения траншеи:

$$F_{cp} = \frac{h_{cp} \cdot (B + E)}{2} = h_{cp} \cdot (B + m \cdot h), \quad (6.2)$$

где h_{cp} – глубина траншеи, м;

B – ширина траншеи по дну, м;

E – ширина траншеи поверху, м;

m – коэффициент заложения откоса траншеи.

$$F_{cp} = 2,97 \cdot (2,03 + 0,50 \cdot 2,97) = 10,44 \text{ м}^2$$

Ширина траншеи по дну в зависимости от наружного диаметра, материала и типа труб:

$$B = D_{нар} + 1,2 = 0,83 + 1,2 = 2,03 \text{ м} \quad (6.3)$$

Ширина траншеи по верху (в начале траншеи):

$$E_1 = B + 2 \cdot m \cdot h_1 = 2,03 + 2 \cdot 0,50 \cdot 2,4 = 4,43 \text{ м} \quad (6.4)$$

Ширина траншеи по верху (в конце траншеи):

$$E_{13} = B + 2 \cdot m \cdot h_2 = 2,03 + 2 \cdot 0,5 \cdot 3,53 = 5,56 \text{ м} \quad (6.5)$$

Средняя ширина траншеи:

$$E_{cp} = \frac{(E_1 + E_2)}{2} = \frac{(4,43 + 5,56)}{2} = 5 \text{ м} \quad (6.6)$$

Объем разрабатываемого грунта при трапецеидальном сечении траншеи:

$$V = F_{cp} \cdot L, \quad (6.7)$$

где F_{cp} – площадь поперечного сечения траншеи, м^2 ;
 L – длина траншеи, м.

$$V = 10,44 \cdot 1045 = 10899,4 \text{ м}^3$$

6.1.1 Подбор колодцев

Требуемый размер рабочей камеры канализационного колодца в плане:

$$D_{p.k.} = D_{нар} + 1 = 0,83 + 1 = 1,83 \text{ м} \quad (6.8)$$

Фактический размер рабочей камеры канализационного колодца в плане определяется исходя из перечня колодцев, изготавливаемых на отечественных заводах железобетонных изделий. В настоящее время выпускаются колодцы с размером колец для рабочих камер, равным 0,7; 1,0; 1,5 и 2,0 м. Принимаем колодец с размером колец 2,0 м.

Требуемая высота рабочей камеры колодца должна быть не менее 1,8 м:

$$D_{p.k.} = 0,7 \cdot D_{нар} + 1,8 = 0,7 \cdot 0,83 + 1,8 = 2,38 \text{ м} \quad (6.9)$$

Фактическая высота рабочей камеры определяется с учетом высоты железобетонных колец, выпускаемых заводами железобетонных изделий. Кольца рабочей камеры с внутренним диаметром 2,0 м имеют высоту 0,6; 0,9 и 1,2 м. Для обеспечения доступа к колодцу обслуживающего персонала в стенке коль-

ца устанавливаются стальные скобы или опускают в него надежную лестницу, изготовленную из стального уголка или труб из того же материала.

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 6.3.1) на канализационных трубопроводах линейные колодцы для диаметра трубы 800 мм устанавливаются на расстоянии 100 м.

Количество колодцев исходя из максимального допустимого расстояния между колодцами:

$$N_{\text{кол}} = \frac{L}{50} + 1 = \frac{1045}{100} + 1 = 12 \text{ шт.} \quad (6.10)$$

6.1.2 Объем грунта, подлежащий разработке

Объем грунта, подлежащего разработке определяется по формуле:

$$V = V_m + V_p, \text{ м}^3 \quad (6.11)$$

где V_m – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом, м^3 ;

V_p – объем грунта, разрабатываемый вручную, м^3 .

Объем грунта, разрабатываемого экскаватором:

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (6.12)$$

где V_m^1 – объем грунта, извлекаемого экскаватором при рытье траншеи под трубопровод, м^3 ;

V_m^2 – объем грунта, извлекаемого экскаватором при рытье котлована под колодцы, м^3 .

$$V_m = 12823,26 + 984,36 = 13807,62 \text{ м}^3$$

Объем грунта, извлекаемого экскаватором при рытье траншеи под трубопровод:

$$V_m^1 = l_1 \cdot \left(F_{\text{сп}} \cdot \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right), \text{ м}^3 \quad (6.13)$$

где l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе трубопровода, м.

Объем грунта, извлекаемого при разработке недобора:

$$V_p^1 = h_{\text{нед}} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \text{ м}^3 \quad (6.18)$$

где $h_{\text{нед}}$ – глубина недобора, 0,2 м;

l_1^H – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы по низу, м; $l_1 = L - a_2 \cdot N = 1045 - 3,7 \cdot 12 = 999,6$ м

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (2,03 \cdot 999,6 + 3,7 \cdot 3,7 \cdot 12) = 438,69 \text{ м}^3$$

Прямки при строительстве трубопроводов устраивают для возможности заделки стыков между отдельными трубами или их звеньями и плетями (в зависимости от принятой технологии монтажа трубопровода).

Для стеклопластиковых труб: наружный диаметр 0,8 м; длина $a^1 = 0,5$ м; ширина $b^1 = D_{\text{нар}} + 0,6 = 0,8 + 0,6 = 1,4$ м; глубина – $c^1 = 0,3$ м.

Объем грунта, извлекаемого при устройстве прямков:

$$V_p^2 = V_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}}, \text{ м}^3 \quad (6.19)$$

где $V_{\text{пр}}$ – объем одного прямка, м³;

$N_{\text{пр}}$ – количество прямков, шт.

$$V_{\text{пр}} = a^1 \cdot b^1 \cdot c^1 = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 0,3 = 0,21 \text{ м}^3 \quad (6.20)$$

Количество прямков:

$$N_{\text{пр}} = \frac{L - D_{\text{р.к.}} \cdot N_{\text{к}}}{l_{\text{тр}}} + 1, \quad (6.21)$$

где $l_{\text{тр}}$ – длина одной трубы или звена труб, м;

$D_{\text{р.к.}}$ – внутренний диаметр рабочей камеры колодца, м.

$$N_{\text{пр}} = \frac{1045 - 2 \cdot 12}{12} + 1 = 86 \text{ шт.}$$

$$V_p^2 = 0,21 \cdot 86 = 18,06 \text{ м}^3$$

$$V_p = 438,69 + 18,06 = 456,75 \text{ м}^3$$

Составные элементы колодца:

- плита днища КЦД-20, $d_{пл.} = 2,0$ м, толщина 0,12 м, $m = 940$ кг;
требуемая высота камеры $H_{тр.к} = 0,7 d_{нар} + 1,8 = 0,7 \cdot 0,8 + 1,8 = 2,36$ м;
- кольца стеновые КЦ-20-9 (1 шт.), $m = 660$ кг, $d_{вн} = 1,5$ м, $d_{нар} = 2,18$ м;
КЦ-20-6 (2 шт.), $m = 1000$ кг, $d_{вн} = 2,0$ м, $d_{нар} = 2,18$ м;
- плита перекрытия КЦП 2-20 толщиной 0,15 м, $m = 680$ кг, $d_{вн} = 0,7$ м,
 $d_{нар} = 1,68$ м;
- горловина: $h_{гор} = h_{гр} - (0,12 + 0,3 + H_{р.к}) = 2,97 - (0,12 + 0,3 + 1,2) = 1,35$ м
- кольцо стеновое КЦ-7-3 (1 шт.), $m = 130$ кг, $d_{вн} = 0,7$ м, $d_{нар} = 0,84$ м;
- плита опорная КЦО-2 (1700×1700), толщиной 0,15 м, $m = 800$ кг;
- кольцо опорное КЦО-1, толщиной 0,07 м, $m = 50$ кг, $d_{вн} = 0,58$ м, $d_{нар} = 0,84$ м.

6.1.4 Определение объема грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи и котлована под колодцы, понадобится для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Часть грунта, вытесняемая трубопроводом и колодцами, подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

Объем грунта подлежащий вывозу в отвал за пределы строительства:

$$V_{отв}^e = (V_{тр} + V_{кол}) \cdot k_{пр}, \text{ м}^3 \quad (6.22)$$

где $V_{тр}$ – объем грунта, вытесняемого смонтированным трубопроводом, м^3 ;
 $V_{кол}$ – объем грунта, вытесняемого смонтированными колодцами, м^3 .

$$V_{отв}^e = (508,51 + 85,61) \cdot 1,25 = 742,65 \text{ м}^3$$

$$V_{тр} = \frac{3,14 \cdot D_{нар}^2 \cdot l_1 \cdot k_p}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2 \cdot 963,96 \cdot 1,05}{4} = 508,51 \text{ м}^3. \quad (6.23)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий объем земли, вытесняемой раструбами или муфтами, для раструбных и муфтовых труб, 1,05.

Объем грунта, вытесняемого колодцами:

$$V_{кол} = \frac{3,14 \cdot D_{кол}^2 \cdot h_{кол} \cdot N_{кол}}{4}, \text{ м}^3 \quad (6.24)$$

$h_{\text{кол}}$ – высота колодца, равная высоте траншеи с добавлением толщины плиты днища колодца (0,15 м) и бетонной подготовки (0,1 м).

$$V_{\text{кол}} = \frac{3,14 \cdot 1,68^2 \cdot 3,22 \cdot 12}{4} = 85,61 \text{ м}^3$$

Таблица 6.1 – Баланс объемов земляных масс

Вид работ	Основные параметры выемки				Объём грунта в плотном теле	
	Ширина, м		Глубина, м	Длина, м	Обозначение	Кол-во, м ³
	Поверху	Понизу				
Механизированные земляные работы						
1.1. Разработка траншеи	5,00	2,03	2,97	999,60	V _м ¹	12823,26
1.2. Разработка котлованов под колодцы	6,67	3,70	3,22	44,40	V _м ²	984,36
1.3. Вывоз избыточного грунта за пределы строительства	60,94	60,94	0,20	60,94	V ₀ ^В	742,65
Ручные земляные работы						
2.1. Разработка недобора	2,03	2,03	0,20	1045	V _р ¹	438,69
2.2. Отрывка прямков	0,50	0,50	1,40	0,30	V _р ²	18,06
Общий объем в т.ч. механ.	-	-	-	-	V	14264,37
в т.ч. ручной	-	-	-	-	V _м	13807,62
	-	-	-	-	V _р	456,75

После окончания земляных работ по отрывке траншеи и котлованов под колодцы осуществляется монтаж трубопровода, заделку стыков труб, установку колодцев. При строительстве самотечных канализационных трубопроводов подходящие к колодцу и отходящие от него трубы заделываются в стенки колодцев до их внутренней поверхности. Внутри колодца поверх плиты днища заливают бетоном открытый лоток полукруглого сечения.

После проведения предварительных испытаний успешно выдержавший их трубопровод окончательно засыпается грунтом. Одновременно засыпают котлованы под колодцы. Засыпка осуществляется, как правило, бульдозером. При этом используется грунт, извлеченный из траншеи и находящийся в отвале.

6.2 Предварительный выбор комплекта машин

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы. К ним относятся следующие: разработка грунта в траншее и котлованов под колодцы, вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства, разгрузка труб, элементов колодцев, арматуры, монтаж трубопровода и арматуры в проектное положение, разравнивание грунта в отвале, обратная засыпка траншей и котлованов под колодцы, планировка траншей.

Ведущей машиной в данном комплекте является экскаватор. Марки и тип остальных машин подбираются в зависимости от производительности экскаватора.

Для механизированной отрывки траншей используются одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, или экскаваторы-драглайны.

Подбор экскаватора начинают с определения объема его ковша. Для этого принимаем при длине трубопровода 2 км, диаметре до 2000 мм продолжительность работы 2 месяца.

6.2.1 Методика выбора экскаватора для отрывки траншей

Для отрывки траншей применяются одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой и экскаваторы-драглайны.

Объем ковша экскаватора определяется в зависимости от месячного объема механизированных работ: $V_k = f(V_m^{\text{мес}})$.

Рекомендуемый срок трубопровода определяется в зависимости от назначения трубопровода материала трубопровода материала труб, диаметра труб, длины трубопровода, количество смен приняты при планировании работ.

По рекомендуемому объёму ковша подбираются марки экскаваторов (обратная лопата, драглайн).

Технические данные для выбора:

- наибольшая глубина копания H_k , м.
- объем ковша.
- наибольшая высота H_b , м.
- наибольший радиус резания r_p .
- наибольший радиус выгрузки r_b .
- выполняют проверку технической возможности применения выбранных марок экскаватора.

Сравнивают наибольшую глубину копания экскаваторов $H_k > h_2$.

Если один из экскаваторов не отвечает требованию, то делается вывод о возможности применения только одного типа экскаваторов.

Расстояние транспортирования 5 км, грузоподъемность 10 т.
 Подобрана марка самосвала с грузоподъемностью 10 т КамАЗ-5511.
 Высота борта кузова 2,40 м.
 Количество ковшей экскаватора:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot V_{\text{ковш}} \cdot k_n}, \quad (6.26)$$

где G – грузоподъемность самосвала, 10 т;
 γ – плотность грунта, для суглинка 1,4 т/м³;
 V_k – объём ковша, м³;
 K_n – коэффициент наполнения ковша, равный 0,85.

$$n = \frac{10}{1,4 \cdot 0,65 \cdot 0,85} = 13 \text{ ковшей}$$

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{\text{погр}} = \frac{n}{n_{\text{ц}} \cdot k_m}, \text{ мин} \quad (6.27)$$

где $n_{\text{ц}}$ – число циклов экскаватора в минуту, 1;
 k_m – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

$$t_{\text{погр}} = \frac{13}{1 \cdot 0,85} = 15,3 \text{ мин}$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$P_p = \frac{t_{\text{см}} \cdot 60}{t_{\text{погр}} + \frac{2 \cdot l}{V \cdot 60} + t_p + t_m}, \quad (6.28)$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность смен, 8 ч;
 l – дальность перевозки грунта, 5 км;
 $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения самосвала, 20 км/ч;
 t_p – дальность разгрузки, 1 мин;
 t_m – длительность маневрирования машины, 3 мин.

$$P_p = \frac{8 \cdot 60}{15,3 + \frac{2 \cdot 5}{20 \cdot 60} + 1 + 3} = 25 \text{ рейсов}$$

Производительность самосвала в смену определяется по формуле

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p. \quad (6.29)$$

$$P_a = \frac{10}{1,4} \cdot 25 = 178,57 \text{ м}^3$$

6.2.3 Выбор механизма для обратной засыпки траншеи и ее планировки

Обратная засыпка траншеи проводится после успешных предварительных испытаний.

Для обратной засыпки используется грунт, находящийся в отвале, после засыпки производят планировку поверхности траншеи.

Для обратной засыпки целесообразно использовать бульдозеры, марка бульдозера выбирается по следующей методики: для этой операции используются средние мощности бульдозера, по справочнику строителя.

Марка бульдозера ДЗ-117 (дизельный);

Базовая машина Т-130 М.Г1.

Продолжительность работ бульдозера по обратной засыпке, планировке траншеи и отвала:

$$T_o = \frac{F_{пл} \cdot H_{вр}}{1000 \cdot t_{см}}, \text{ см} \quad (6.30)$$

где $F_{пл}$ – общая площадь планируемой поверхности на месте траншеи и вывоза избыточного грунта, м³;

$H_{вр}$ – норма времени на планирование единицы поверхности, 1,2;

$t_{см}$ – продолжительность смены, 8 часов в день.

$$T_o = \frac{14767,41 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 2,22 \text{ см}$$

Общая площадь планируемой поверхности:

$$F_{\text{пл}} = F_{\text{пл1}} + F_{\text{пл2}} \quad (6.31)$$

где $F_{\text{пл1}}$ – площадь поверхности, планируемой на месте траншеи, м²;
 $F_{\text{пл2}}$ – площадь поверхности, на которую вывозится избыточный грунт, м².

$$F_{\text{пл1}} = [E_{\text{ср}} + B + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L, \text{ м}^2 \quad (6.32)$$

$$F_{\text{пл1}} = (5 + 7,04 + 3,53 \cdot [1 - 0,50]) \cdot 1044 = 14412,42 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пл2}} = \frac{V_{\text{отб}}^6}{h}, \text{ м}^2 \quad (6.33)$$

где h – толщина слоя отсыпки, 0,1-0,2 м.

$$F_{\text{пл2}} = \frac{742,65}{0,2} = 3713,25 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пл}} = 14412,42 + 3713,25 = 18125,67 \text{ м}^2$$

6.3 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин

Окончательный выбор комплекта машин производится на основе сравнения 3-х технико-экономических показателей:

- продолжительность земляных работ;
- себестоимость разработки 1 м³ грунта;
- трудоемкость разработки 1 м³ грунта, рассчитанных для двух типов экскаваторов (драглайн и обратная лопата).

Продолжительность работы экскаваторов по отрывке траншеи:

$$T_3^{\text{ол}} = \frac{V_{\text{м}}}{\Pi_3^{\text{ол}}}, \text{ см} \quad (6.34)$$

$$T_3^{\text{др}} = \frac{V_{\text{м}}}{\Pi_3^{\text{др}}}, \text{ см} \quad (6.35)$$

где $V_{\text{м}}$ – объем грунта, разрабатываемого механизированным способом, м³;
 $\Pi_3^{\text{ол}}, \Pi_3^{\text{др}}$ – нормативная производительность экскаватора в смену, м³/см.

$$T_3^{ол} = \frac{13807,62}{440,8} = 31,32 \text{ см}$$

$$T_3^{др} = \frac{13807,62}{416} = 33,19 \text{ см}$$

$$P_э = t_{см} \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-P}{H_{вр.1}} + \frac{P}{H_{вр.2}} \right), \quad (6.36)$$

где $H_{вр1}$, $H_{вр2}$ – нормы времени для механизированной разработки грунта экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт [29] определены для немерзлого грунта (лето, суглинок) значения для обратной лопаты $H_{вр1} = 1,8$ ч, $H_{вр2} = 2,4$ ч; для драглайна $H_{вр1} = 1,9$ ч, $H_{вр2} = 2,5$ ч;

P – количество избыточного грунта, вывозимого за пределы строительства (за единицу принимают весь объем грунта, разрабатываемый экскаватором).

$$P_э^{ол} = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,05}{1,8} + \frac{0,05}{2,4} \right) = 440,8 \text{ м}^3/\text{см}$$

$$P_э^{др} = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,05}{1,9} + \frac{0,05}{2,5} \right) = 416 \text{ м}^3/\text{см}$$

Себестоимость разработки 1 м³ грунта:

$$C_{отр} = \frac{1,08 \cdot \Sigma C_{маш.-см} \cdot T_i + 1,5 \cdot \Sigma \Sigma_р}{V}, \text{ руб.} \quad (6.37)$$

где $C_{маш.-см}$ – себестоимость машино-смены отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, самосвал, бульдозер);

T_i – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

$\Sigma \Sigma_р$ – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы, руб.;

V – общий объем разработки, м³.

$$C_{отр}^{ол} = \frac{1,08 \cdot (42,64 \cdot 31 + 48,56 \cdot 2,22 + 36,80 \cdot 31 + 1,5 \cdot 799,31)}{14264,37} = 0,29 \text{ руб.}$$

$$C_{отр}^{др} = \frac{1,08 \cdot (41,52 \cdot 33 + 48,56 \cdot 2,22 + 36,80 \cdot 33 + 1,5 \cdot 799,31)}{14264,37} = 0,29 \text{ руб.}$$

$$\Sigma \Sigma_р = \Sigma_р \cdot V_р \quad (6.38)$$

где ΣZ_p – расценка на разработку 1 м³ грунта,
 V_p – объём грунта подлежащей выемке при прокладке трубопровода

$$\Sigma Z_p = 1,75 \cdot 456,75 = 799,31 \text{ руб.}$$

Трудоемкость отрывки 1 м³ грунта:

$$M_{отр} = \frac{\Sigma M_m + \Sigma M_p}{V}, \text{ чел.} \cdot \text{ч} \quad (6.39)$$

где ΣM_m – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел.-ч;
 ΣM_p – затраты труда на ручные операции, чел.-ч.

$$M_{отр}^{ол} = \frac{(2,65 + 1,48 + 1,79) + 1141,88}{14264,37} = 0,08 \text{ чел.-ч}$$

$$M_{отр}^{др} = \frac{(2,62 + 1,48 + 1,79) + 1141,88}{14264,37} = 0,08 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

$$\Sigma M_p = H_{вр} \cdot V_p, \quad (6.40)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на разработку 1 м³ вручную (0,9 ч).

$$\Sigma M_p = 2,5 \cdot 456,75 = 1141,88, \text{ чел.-ч}$$

Сравнительная характеристика экскаваторов приведена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Сравнительная характеристика экскаваторов по технико-экономическим показателям

Наименование показателя	Единицы измерения	Марка экскаватора	
		Обратная лопата	Драглайн
Продолжительность работ	смен	31	33
Себестоимость разработки 1 м ³	руб./м ³	0,29	0,29
Трудоемкость разработки 1м ³	чел-ч/м ³	0,08	0,08

Исходя из данных таблицы 6.3 наиболее экономичным является вариант с экскаватором обратная лопата.

Окончательный комплект машин включает:

- экскаватор марки ЭО-4121А, объём ковша – 0,65 м³,
- автосамосвал КамАЗ-5511,
- бульдозер ДЗ-117, марка базового трактора Т-130.М. Г.1.

6.4 Определение размеров забоя

Расчетные размеры забоя определяют, исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения и размер отвала, месторасположение отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Площадь поперечного сечения отвала исходя из расчета угла откоса насыпи 45° :

$$F_{отв} = F_{ср} \cdot k_{перв} \cdot k, \text{ м}^2 \quad (6.41)$$

где $F_{ср}$ – площадь поперечного сечения траншеи, м^2 ;

$k_{перв}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, для песка 1,13;

k – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала, при вывозе за пределы строительной площадки избыточного грунта в объеме.

$$F_{отв} = 10,44 \cdot 1,25 \cdot 0,95 = 12,4 \text{ м}^2$$

$$k = \frac{V - V_{отв}}{V} = \frac{14264,37 - 742,65}{14264,37} = 0,95 \quad (6.42)$$

Высота отвала:

$$H_{отв} = \sqrt{F_{отв}} = \sqrt{12,4} = 3,52 \text{ м} \quad (6.43)$$

Ширина отвала по низу:

$$b = 2 \cdot H_{отв} = 2 \cdot 3,52 = 7,04 \text{ м} \quad (6.44)$$

Расчетные размеры забоя определяют, исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом определяют местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения и размер отвала, местоположение отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала:

$$a = h_2 \cdot (1 - m) = 3,53 \cdot (1 - 0,5) = 1,77 \text{ м} \quad (6.45)$$

Общая ширина забоя, включая отвал:

$$A = E_{cp} + a + b = 5 + 1,77 + 7,04 = 13,81 \text{ м.} \quad (6.46)$$

Положение оси движения экскаватора при концевой проходке может совпасть с осью траншеи или быть смещена на некоторое расстояние в сторону отвала. В первом случае проверяется условие:

$$R_b \geq A_1,$$

где R_b – наибольший радиус выгрузки экскаватора, м;

A_1 – расстояние, определяемое по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2} = \frac{5}{2} + 1,77 + \frac{7,04}{2} = 7,79 \text{ м} \quad (6.47)$$

$$9,2 \text{ м} > 7,79 \text{ м.}$$

Условие выполняется, поэтому ось движения экскаватора не смещается от оси траншеи в сторону отвала.

6.5 Выбор кранового оборудования

Для укладки труб, монтажа элементов колодца и арматуры, размещенной в колодцах, используют автомобильные, пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования учитываем массу самого тяжелого элемента (одной трубы или звена, элемента колодца и арматуры), массу грузозахватных приспособлений и требуемый вылет стрелы крана. Самым тяжелым элементом является днище камеры с массой $m = 936$ кг.

Требуемая грузоподъемность крана определена по формуле

$$G = Q \cdot K_{cp} = 936 \cdot 1,1 = 1029 \text{ кг} \quad (6.48)$$

где Q – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, кг;

K_{cp} – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, 1,1.

Перед определением вылета стрелы намечается рабочее положение крана по отношению к траншее.

Кран располагается на свободной от отвала стороне траншеи. На этой же стороне траншеи перед краном располагают заготовки труб элементов колодцев и арматуру.

Требуемый вылет стрелы крана:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2} \text{ м} \quad (6.49)$$

где b_1 – ширина котлована под колодец по низу, м;

m – заложение откосов;

h_2 – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$ – ширина базы крана, 2,5 м.

$$L_c = \frac{3,7}{2} + 1,2 \cdot 0,50 \cdot 3,53 + \frac{2,5}{2} = 5,22 \text{ м}$$

По грузоподъёмности подобран кран марки крана КС-3562Б:

Максимальная грузоподъёмность – 10 т;

Грузоподъёмность при максимальном вылете стрелы – 1,2 т;

Вылет стрелы 4-10 м;

Марка базового автомобиля КамАЗ – 5334;

Завод изготовитель – Ивановский завод автомобильных кранов.

7 Безопасность жизнедеятельности

Охрана труда в строительстве представляет собой систему взаимосвязанных мероприятий (организационных, технических, санитарно-гигиенических и законодательных), цель которых обеспечить безопасные условия труда при выполнении всех строительного-монтажных работ.

Организационно-технические мероприятия - обучение безопасным методам труда, разработка безопасных механизмов, средств труда и на базе их безопасных строительных процессов.

Санитарно-гигиенические - направлены на создание нормальных условий труда и отдыха на строительной площадке.

Законодательные мероприятия регламентируют режим рабочего времени и отдыха, условия труда женщин и подростков, правила приема, перевода и увольнения рабочих, взаимоотношения между рабочими и администрацией.

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Повторный инструктаж производится при переходе на новую работу или при изменении условий труда.

Для выполнения особо опасных и вредных работ (монтаж на высоте, работа с пахучими составами) рабочие допускаются после соответствующего обучения и сдачи экзамена.

Как памятка производителям работ основные мероприятия по охране труда на строительной площадке излагаются в проекте производства работ ППР и технологических картах.

Основной целью БЖД является сокращение и предотвращение чрезвычайных ситуаций. Основные задачи для безопасности жизнедеятельности:

- определения вида опасности;
- защита;
- предотвращения ситуации;
- мониторинг среды;
- обучение населения основам защиты;
- разработка мер по обеспечению охраны.

7.1 Задачи и функции безопасности жизнедеятельности

Безопасность жизнедеятельности – это область научных знаний, изучающая общие опасности, угрожающие каждому человеку, и разрабатывающая соответствующие способы защиты от них в любых условиях обитания человека. Кроме того, БЖД можно назвать наукой о безопасном взаимодействии человека с окружающей средой.

Основной целью науки о безопасности является защита человека от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

Средством достижения этой цели является реализация обществом знаний и умений, направленных на уменьшение в техносфере физических, химических, биологических и иных негативных воздействий до допустимых значений. Это и определяет совокупность знаний, входящих в науку о безопасности жизнедеятельности, а также место БЖД в общей системе знаний.

Задачами БЖД являются:

- идентификация (распознавание) опасностей – их видов, пространственных и временных координат, величины, возможного ущерба, вероятности реализации и др.;
- профилактика возможных опасностей;
- разработка систем и методов защиты от опасностей;
- формирование систем контроля опасностей и управления состоянием безопасности окружающей среды;
- разработка мер по ликвидации последствий действия опасностей.

7.2 Безопасность жизнедеятельности на производстве

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это совокупность многих правил и норм, созданных для обеспечения защиты жизни и сохранения здоровья человека. При приеме на работу будущий сотрудник обязательно должен пройти инструктаж по технике безопасности. Руководители предприятий и их подразделений осуществляют четкий контроль над своевременными инструктажами. Обязательно ведут журнал, где ставят подписи все работники, которые прошли инструктаж. Безопасный микроклимат на производстве обеспечивает оптимальная температура, влажность и скорость движения воздуха. На некоторых предприятиях контролируют также атмосферное давление, уровень шума, освещение, вентиляцию, вибрацию, уровень загрязнения воздуха. По правилам техники безопасности у каждого работника должна быть спецодежда, головной убор, перчатки, другие средства индивидуальной защиты. Строгое выполнение норм техники безопасности обеспечивает защиту сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на работе. Безопасность жизнедеятельности на производстве была создана, чтобы обеспечить правильную среду обитания на рабочем месте, и не навредить деятельности и здоровью человека.

7.3 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

Каждый человек, работающий на производственном предприятии, знает, что без прохождения инструктажа по охране и безопасности труда, к работе его не допустят. Для того чтобы обеспечить безопасность труда на производстве, предотвратить производственный травматизм и профзаболевания создается служба охраны труда. В каких случаях на предприятии создается такая служба, какие функции она выполняет и какие задачи решает, регулирует свод законов и положений об охране труда. Вопросами предупреждения и устранения факторов, которые приводят к производственному травматизму и профзаболеваниям занимается государственный институт охраны труда. Охрана труда – это целая система. Она включает в себя не только охрану жизни и здоровья работников, это и правовые акты, и социально-экономические мероприятия, и санитарно-гигиенические и организационно-технические нормы. Также в систему охраны труда входят лечение, профилактика и реабилитация людей, пострадавших на производстве. Государство гарантирует не только принятие, но и реализацию законов и правовых актов, регулирующих соблюдение охраны труда. Причем, на государстве лежит не только надзор за соблюдением трудового законодательства, но и обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников, экспертиза условий труда и профилактика несчастных случаев. Одновременно с этим, Закон обязывает работодателей создавать безопасные и безвредные условия труда. Владелец получает от органов государственного надзора разрешение на работу предприятия и, таким образом, берет на себя ответственность за жизнь и здоровье своих работников. Он обязан ознакомить своих сотрудников с требованиями нормативных актов об охране труда и следить за их неукоснительным выполнением.

7.4 Факторы, воздействующие на человека в процессе труда

Условия труда, как совокупность факторов, прямо или косвенно воздействующих на человека в процессе труда, занимают особое место в трудовом законодательстве. Они разделяются на социальные и производственно-технологические.

Социальные условия складываются и изменяются под действием господствующих в обществе производственных отношений, к которым относятся трудовые отношения, положение работника на предприятии, стимулы к труду, распределение продукта труда, режим труда и отдыха, формы и методы охраны труда, в том числе, система льгот и компенсаций за неблагоприятные условия труда, травматизм и другие.

Производственно-технологические условия труда определяются характером используемого оборудования, технологическими параметрами производ-

ства, состоянием техники безопасности, природными факторами, а также продолжительностью и интенсивностью труда, условиями производственной среды, которые обуславливают степень опасности для жизни и здоровья работника.

Социально-экономические последствия неблагоприятных условий труда – это производственный травматизм (нередко с летальным исходом), профессиональная и производственно обусловленная заболеваемость работников, снижение работоспособности работающих и производительности труда, соответственно, увеличение простоев и поломок оборудования, снижение ресурса его работы, повышение степени аварийности работ, повышенная текучесть кадров и другие.

Эти потери значительно перекрывают дополнительные затраты на создание безопасных условий труда. Опыт развитых стран показывает, что эффективна такая стратегия, которая делает основной упор не на компенсационные расходы, связанные с отсутствием благоприятных условий труда, а на их создание.

На сегодняшний день, несмотря на новшества в трудовом законодательстве, на принятие законов и федеральных целевых программ по улучшению условий труда, проблемы их обеспечения остаются. Пути решения этих проблем – в выборе рациональных подходов к формированию системы управления охраной труда в организациях. Стимулом для реализации такого подхода может служить очевидная заинтересованность руководителей в достижении сбалансированных показателей в управлении.

Создание системы управления охраной труда, которая является составной частью системы сбалансированных показателей, привлечет внимание руководителей к процессам реконструкции и модернизации производства, своевременному проведению ремонтных работ, замене устаревшего оборудования, применению надежных способов предупреждения и локализации аварий, усилению контроля за соблюдением норм и правил безопасности, а также к повышению квалификации менеджеров по охране труда [9].

7.5 Организация эксплуатации насосных станций

Надежность работы насосных станций зависит не только от принятых проектных решений или качества строительно-монтажных работ, но и от того, насколько правильно эксплуатируется станция, насколько точно выдерживаются установленные режимы работы насосных агрегатов. От четкости работы эксплуатационного персонала станций, включая и диспетчерскую службу, зависят также безопасность и экономичность работы насосной станции, а, следовательно, и системы водоснабжения и канализации. Поэтому вопросам эксплу-

– ремонт, смазка двигателей и насосов на ходу, подтягивание болтов на движущихся частях механизмов не допускается.

Помещение насосной станции не следует загромождать посторонними предметами. Полы, лестницы должны содержаться в чистоте. Вентиляция помещения должна обеспечивать подачу чистого воздуха и температуру не более 30-35°. Температура ниже +10° не допускается.

За технику безопасности на насосной станции отвечают сменные машинисты, а общий контроль осуществляет механик [31].

7.7 Требования безопасности при эксплуатации насосных станций

Требования безопасности при эксплуатации насосных станций определяются в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

Эксплуатацию электроустановок насосных станций следует осуществлять согласно требованиям правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Персонал, обслуживающий электроустановки насосных станций, должен иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Эксплуатацию грузоподъемных механизмов и сосудов, работающих под давлением, следует осуществлять согласно требованиям правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

При эксплуатации насосных станций работники обязаны:

- обеспечивать наблюдение и контроль за состоянием и режимом работы насосных агрегатов, коммуникаций и вспомогательного оборудования в соответствии с инструкциями по их эксплуатации;
- проводить осмотры и ремонт оборудования в установленные сроки;
- поддерживать надлежащее санитарное состояние в помещении;
- вести систематический учет отработанных часов агрегатами и производить записи в журналах эксплуатации или на дискетах компьютеров.

Приказом по организации должны быть назначены лица (после соответствующего обучения и аттестации), ответственные за состояние охраны труда и безопасность эксплуатации оборудования насосной станции, служб, участков.

На насосных станциях должна храниться следующая документация:

- генеральный план площадки с нанесенными подземными коммуникациями и устройствами;
- технологическая схема коммуникаций, переключений и агрегатов;
- схема электроснабжения, принципиальные и монтажные схемы автоматики и телемеханики;
- журнал контроля и учета работы оборудования.

Инструкции по охране труда при эксплуатации насосных станций составляются на основе действующих правил и инструкций заводов - изготовителей оборудования с учетом особенностей каждой конкретной станции и утверждаются руководителем организации.

В инструкциях должны быть детально изложены требования:

- организации работы насосной станции в нормальном режиме;
- организации работы насосной станции в аварийном режиме;
- профилактического и других видов ремонта оборудования и систем;
- эксплуатации контрольно-измерительных приборов, систем вентиляции, отопления, технологического, вспомогательного, подъемно-транспортного и другого оборудования;
- безопасной эксплуатации электродвигателей, учитывающие виды электрических машин, особенности пускорегулирующих устройств, специфику механизмов, технологических схем и т.д.;
- осуществления мер безопасности и охраны труда.

В инструкциях следует отражать последовательность операций при пуске, переключении и остановке насосных агрегатов и вспомогательного оборудования, допустимые температуры подшипников, минимально допустимое давление масла, перечень основных неисправностей в технологическом и вспомогательном оборудовании, системах вентиляции и отопления и способы их устранения.

В инструкциях должны быть определены обязанности работников каждой профессии, обслуживающих насосные станции, а также смежных структурных подразделений по уходу, обслуживанию и ремонту оборудования и систем.

Дежурные работники должны немедленно остановить неисправный агрегат и запустить резервный (известив при этом диспетчера) при появлении в насосном агрегате следующих неисправностей:

- в агрегате явно слышимый шум, стук;
- возникновение повышенной вибрации по сравнению с нормальным режимом работы;
- повышение температуры подшипников, обмоток статора или ротора электродвигателя выше допустимой;
- подплавление подшипников скольжения или выхода из строя подшипников качения;
- падение давления масла ниже допустимого;
- падение давления воды, охлаждающей подшипники электродвигателей;
- превышение номинального тока работы электродвигателей насосных агрегатов;
- появление дыма.

Запрещается снимать предохранительные кожухи и другие защитные устройства во время работы насосных и компрессорных установок, подогревать маслопроводную систему открытым огнем, пользоваться для освещения факелами, ремонтировать агрегаты во время работы и тормозить вручную движу-

щиеся их части. Смазочные масла, обтирочные и другие легковоспламеняющиеся материалы необходимо хранить в специально отведенных местах, в закрытых негорючих ящиках.

При сменной работе работник может закончить работу не ранее того, как сменяющий его работник примет от него обслуживание насосными агрегатами. Приемка – сдача смены дежурными работниками осуществляется по графику, утверждаемому руководителем, ответственным за эксплуатацию насосных станций, с записью о выполненной работе в журнале сдачи смен. Изменение в графике разрешается только руководителем, утвердившим график.

Работники, обслуживающие насосные станции, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

На насосных станциях со шнековыми насосами на подводящем и отводящем коллекторах должны быть установлены затворы, закрываемые при ремонте насосов.

Эксплуатация насосных станций перекачки сырого осадка и активного ила должна отвечать тем же требованиям, что и насосных станций по перекачке сточных вод.

Насосная станция должна быть оборудована местной аварийной предупредительной сигнализацией (звуковой, световой). При отсутствии постоянных обслуживающих работников сигналы о нарушении нормального режима работы станции должны передаваться на диспетчерский пункт или пункт с круглосуточным дежурством.

Сигнализация должна предупреждать или давать информацию в случаях:

- аварийного отключения технологического оборудования;
- нарушения технологического процесса;
- предельных уровней сточных вод и осадков в резервуарах, в подводящем канале зданий решеток или решеток-дробилок;
- превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных газов в рабочей зоне.

Устройство для включения вентиляции и освещения помещения решеток должно размещаться перед входом в них или в машинном отделении.

Перед входом в помещения насосных станций, здания решеток и приемных резервуаров они должны быть проветрены, для чего необходимо не менее чем на 10 минут включить вентиляцию. Вентиляция должна непрерывно работать в течение всего периода нахождения в помещении обслуживающего персонала.

В машинном зале канализационных насосных станций для перекачки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод и осадка кратность воздухообмена принимается по расчету на удаление теплоизбытков, но не менее 3 в 1 час (приток и вытяжка).

В приемных резервуарах и помещениях решеток насосных станций для перекачки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод и осадка кратность воздухообмена должна быть не менее 5 в 1 час.

В отделении решеток и приемных резервуаров удаление воздуха необходимо предусматривать в размере одной трети из верхней зоны и двух третей из нижней зоны с удалением воздуха из-под перекрытий каналов и резервуаров. Кроме того, необходимо предусматривать отсосы у дробилок [12].

8 Технико-экономические расчёты

8.1 Общие положения

Перед выполнением технико-экономических расчетов в дипломном проекте систем водоотведения решаются следующие вопросы:

- расход системы водоотведения;
- технология траншейной прокладки трубопровода;
- выполненные земляные работы и принятые механизмы;
- принятые гидравлические параметры и материал трубопровода;
- длины трубопроводов $d = 200-800$ мм;

При использовании типовых проектов и решений из паспортов следует выписать все технико-экономические показатели, удельные расходы средств, материалов, энергии и эксплуатационные показатели по каждому сооружению или оборудованию.

8.2 Объектные и локальные сметные расчеты

Сметная документация является неотъемлемой частью любого проекта. В современных условиях проектировщик при разработке технико-экономического обоснования – ТЭО проекта, рабочего проекта, рабочей документации – обычно разрабатывает следующую сметную документацию: сводный сметный расчет, сводку затрат, *объектные и локальные сметные расчеты*, сметные расчеты на проектно-изыскательские и научно-исследовательские работы, ведомость сметной стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс. В состав рабочего проекта входят: объектные и локальные сметы, ведомость сметной стоимости товарной строительной продукции. В сметной документации могут разрабатываться калькуляции единичных расценок на строительные и монтажные работы, которых нет в действующих сборниках строительных норм.

Объектные и локальные сметные расчеты, объединяемые в сводный сметный расчет (при двухстадийном проектировании или при одностадийном проектировании для объектов с продолжительностью строительства свыше двух лет), составляются по формам объектных и локальных смет.

Суммарная по итогам объектных и локальных сметных расчетов и смет балансовая (остаточная) стоимость оборудования, демонтируемого или переставляемого в пределах действующего реконструируемого или технически перевооружаемого предприятия. В этом случае технико-экономические показатели проекта определяются с учетом полной стоимости строительства, включающей также стоимость переставляемого оборудования.

В виде отдельных разделов составляется проект организации строительства и сметная документация, причем в составе проекта (при двухстадийном проектировании) сметная документация представляет собой объектные и локальные сметные расчеты и сводный сметный расчет, который показывает расчетную стоимость строительства проектируемого объекта. Сметные расчеты на

						ДП-270112.65-2016 ПЗ	Лист

Для определения сметной стоимости строительства объектов распределения газа составляется сметная документация в соответствии с положениями и формами, приводимыми в нормативно-методический Состав документации, разработанной на стадии проект, должен содержать: сводные сметные расчеты стоимости строительства; объектные и локальные сметные расчеты; сметные расчеты на отд.

Размеры лимитированных затрат приняты согласно ГЭСН-81-05-01-2001 «Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений при производстве строительно-монтажных работ» (1,5%) и ГЭСН-81-05-02-2001.

Структуры локально-сметного расчета по разделам и элементам представлены на рисунках 8.1 и 8.2.

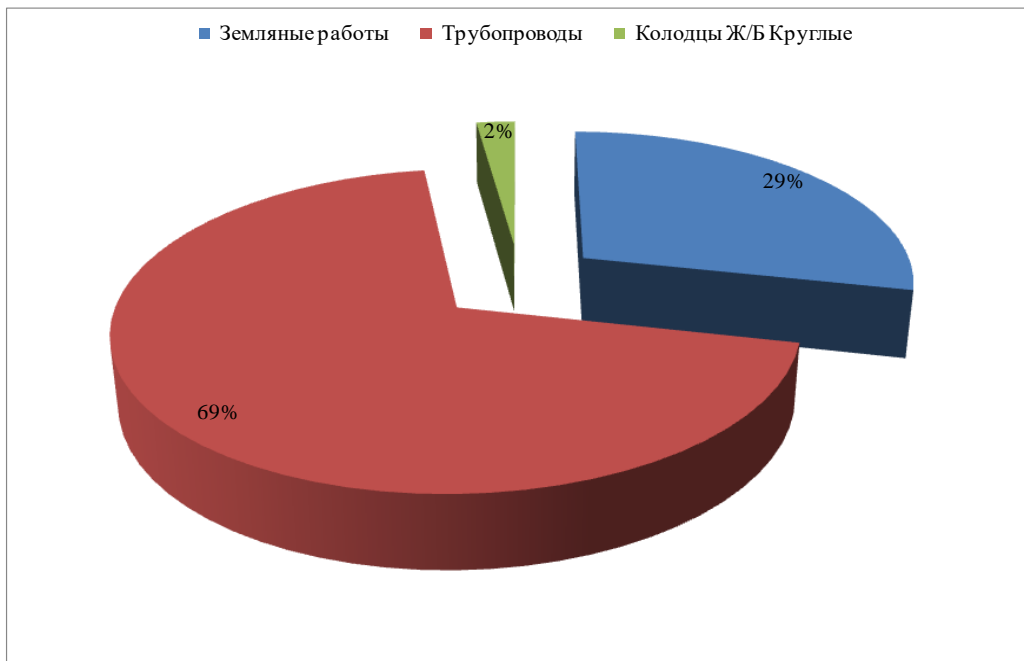


Рисунок 8.1 – Структура локально-сметного расчета по разделам

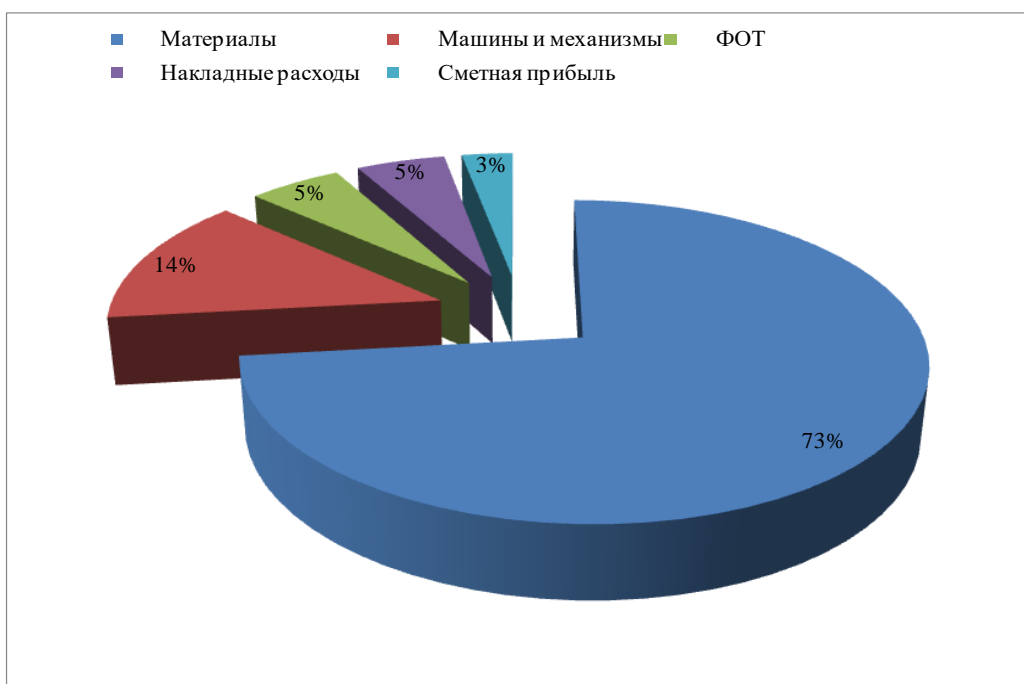


Рисунок 8.2 – Структура локально-сметного расчета по элементам

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/11).
2. СП 31.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с изменением 1)» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/14).
3. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. М. ГУИЦПП, 1998. – 60 с.
4. СП 30.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП «Внутренний водопровод и канализация зданий» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 626).
5. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1978 – 590 с.
6. Проектирование водоотводящих сетей и сооружений на них (теоретические основы и примеры расчета): учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 653500 "Стр-во"/И. В. Журавлева, В. Ф. Бабкин, В. Д. Журавлев.- Воронеж : ВГАСУ, 2003.- 245 с.
7. Водоотведение и очистка сточных вод. Водоотведение поверхностного стока с территории населенных пунктов и площадок промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие /Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т; сост.: Л. В. Приймак, О. Г. Дубровская.- Электрон. текстовые дан.- Красноярск: СФУ, 2015.- 43 с.
8. Водоснабжение и водоотведение: учеб. пособие / А. Ф. Колова, Т. Я. Пазенко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 148 с.
9. Водоотведение и очистка сточных вод. Методические указания к выполнению курсового проекта №1: «Водоотведение населенного пункта»; сост. В.К. Витер / СФУ. – Красноярск, 2008. – 24 с.
10. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дождевых по формуле акад. Н. Н. Павловского. Справочник. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. 2014.
11. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб – М; Стройиздат. 2014.
12. Расчет сооружений по очистке городских сточных вод и обработке осадков. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 290800 – «Водоснабжение и водоотведение»; сост. А. Ф. Колова, А. Г. Пчелкин, Е. Н. Тимофеева / КрасГАСА. – Красноярск, 2001. – 95 с.

36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов, с изменениями на 2009 г.

37. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления.

38. Приказ МПР РФ от 17 декабря 2007 года № 333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

39. ГОСТ 21.205-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем

40. ГОСТ 21.206-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов

41. ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов

42. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения

43. ГОСТ 21.501-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений

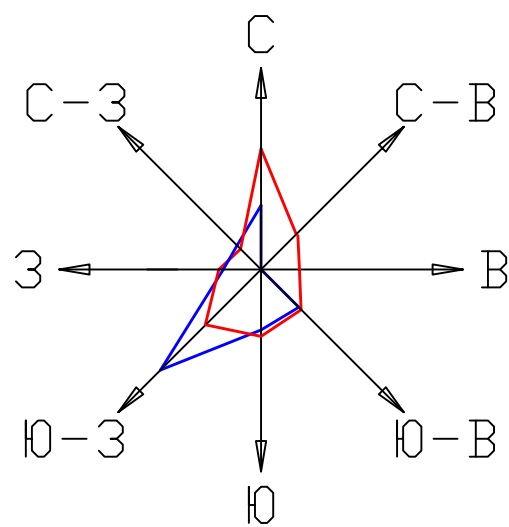
44. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации

45. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации.

Локальный сметный расчёт
на прокладку водоотводящих сетей города

							ДП-270112.65-2016 ПЗ	Лист

Генплан города М 1:5000



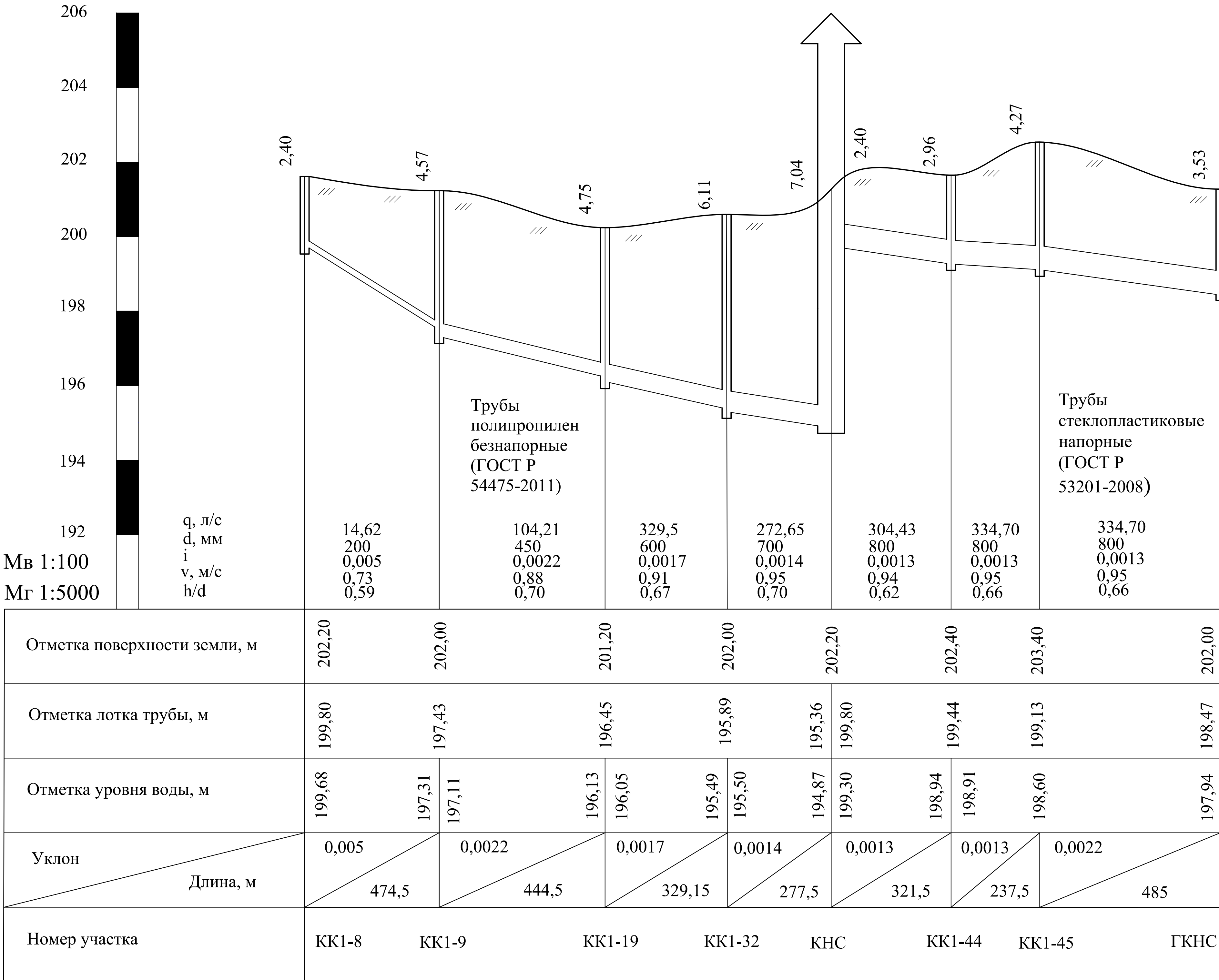
- Зона зеленых насаждений
- Производственная зона
- Зона проектируемой застройки
- Зона речной акватории
- Зона жилой застройки
- Общественно-деловая зона

- Канализационная сеть
- Ливневая сеть



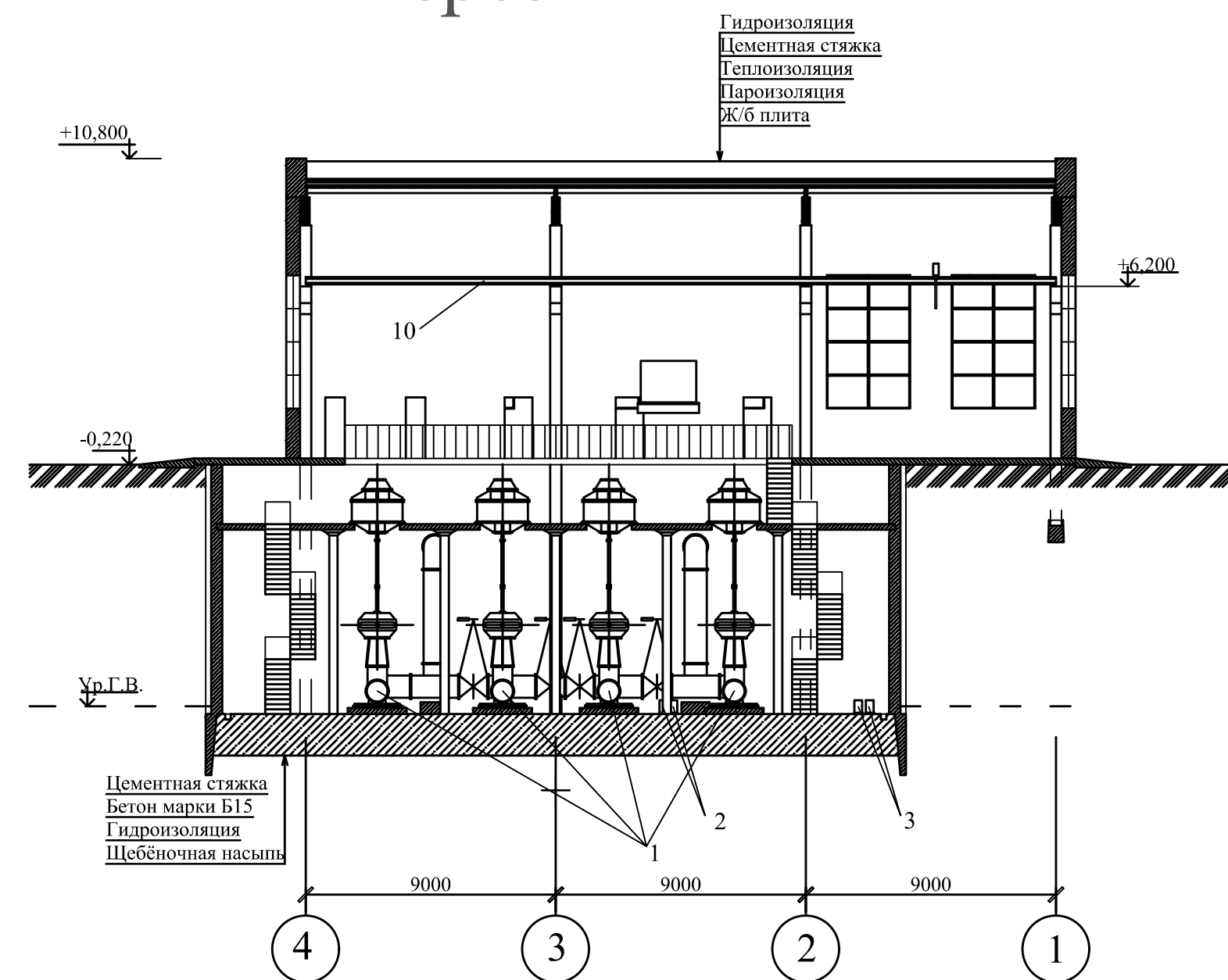
ДП-270112.65-2016 ГП					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.	Ковтунов С.В.				
Руковод.	Приймак Л.В.				
Консульт.	Приймак Л.В.				
Система водоотведения города				Стадия	Лист
				У	1
					10
Генплан города М 1:5000				Кафедра ИСЗиС	
Н.Контр.	Приймак Л.В.				
Зав.каф.	Сакаш Г.В.				

Продольный профиль главного канализационного коллектора

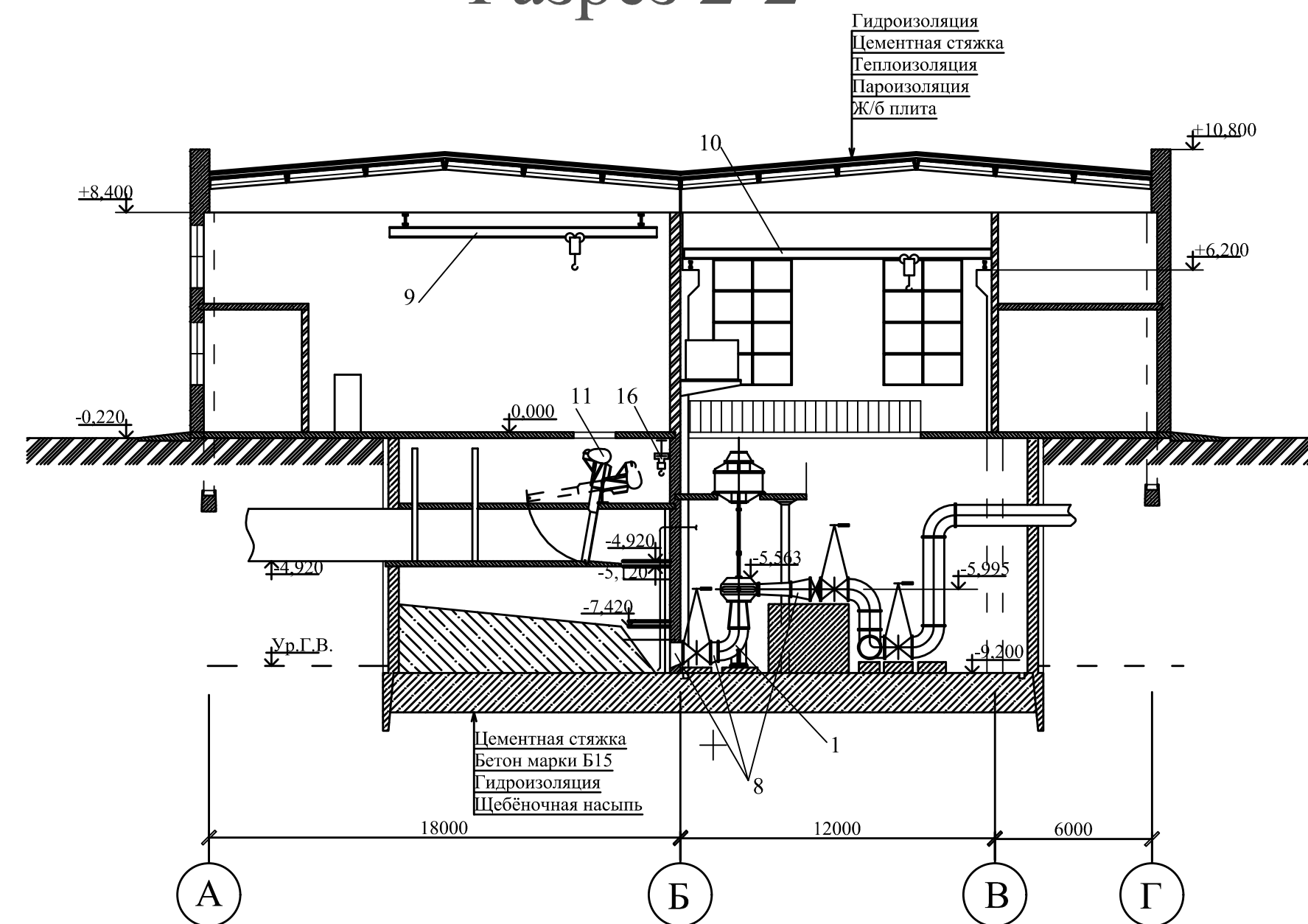


				ДП-2701.12.65-2016 ПП			
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.		Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Ковтунов С.В.					
Руковод.		Прймак Л.В.		Система водоотведения города			
Консульт.		Прймак Л.В.					
				Статья		Лист	Листов
				У		2	10
Н.Контр.		Прймак Л.В.		Продольный профиль главного канализационного коллектора		Кафедра ИСЗиС	
		Сидельца Е.Я.					

Разрез 1-1



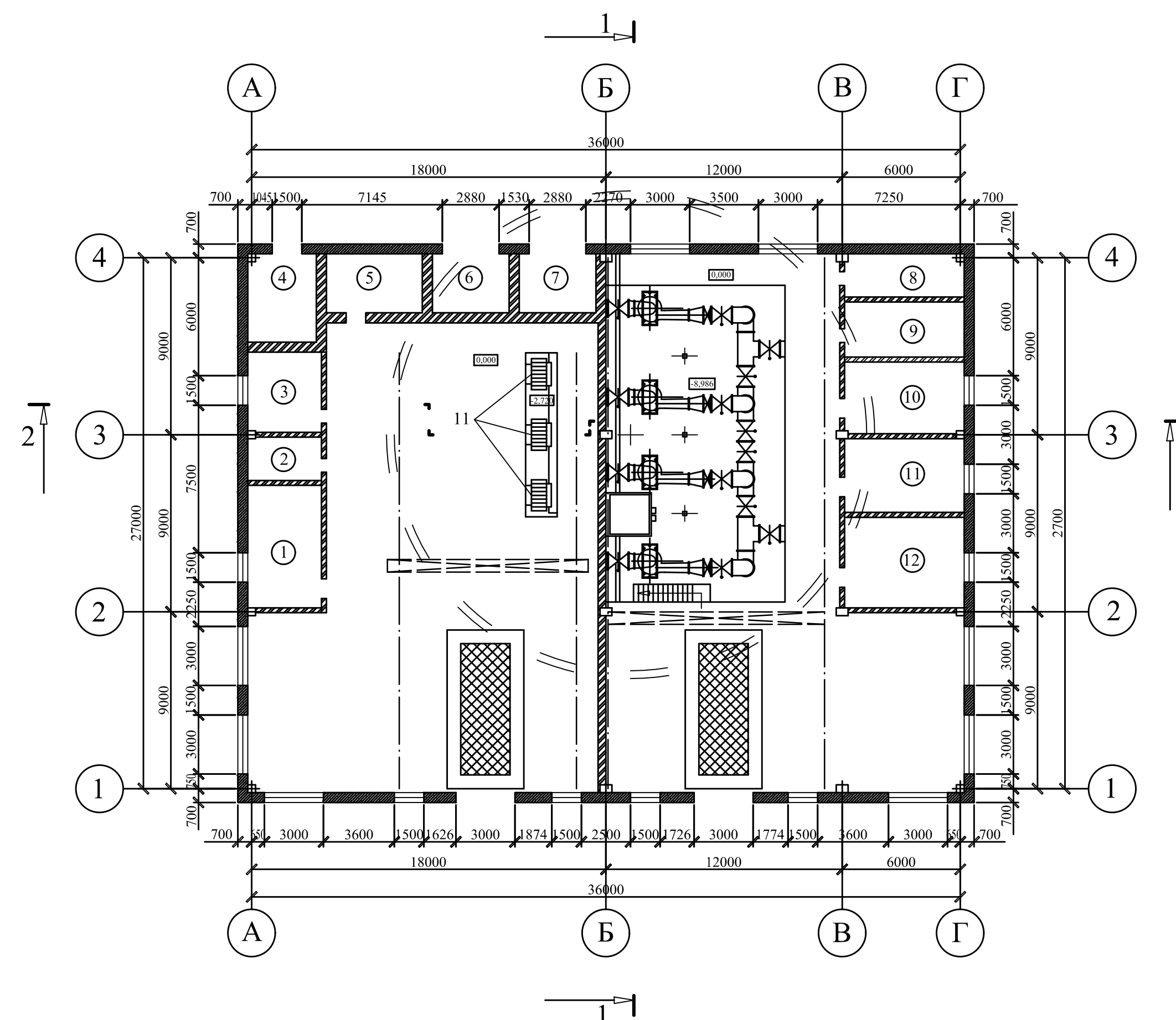
Разрез 2-2



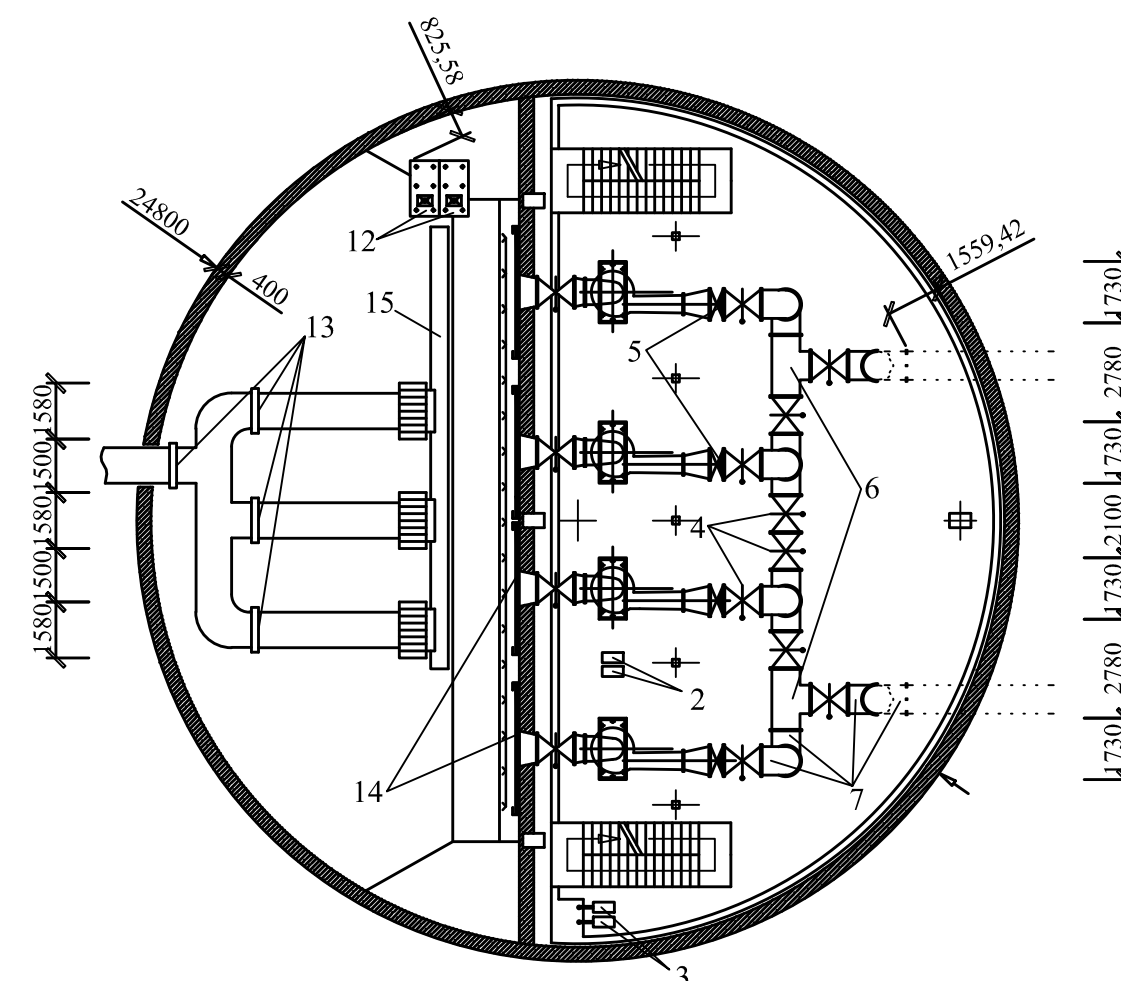
№ п/п	Наименование	Площадь	Примеч.
1	Вентиляционная камера	23,34	м2
2	Санузел	8,22	м2
3	Диспетчерская	15,25	м2
4	Распределительное устройство 6кВ	15,51	м2
5	Щитовая	14,61	м2
6	Трансформаторный пункт	11,70	м2
7	Трансформаторный пункт	11,70	м2
8	Санузел	13,14	м2
9	Душевая	17,01	м2
10	Комната обслуживающего персонала	22,09	м2
11	Кладовая	22,78	м2
12	Мастерская	27,95	м2

Марка поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
	ГОСТ 10704-91ж	Труба стальная электросварная			
		Ø 800	35	199,8	п.м.
		Ø 50	63	7,55	п.м.
1	Уралгидромаш	Насос центробежных вертикальный	4	8950	2 раб+
		СДВ 2700/26,5 с электродвигателем			2 рез
		ВАН 118/23-893, 760 об/мин, 400кВт			
2	Ливгидромаш	Насос ВКС-2/26 с электродвигателем	2	81	1 раб+
		АО12-31-4, 1450 об/мин, 2,2кВт			1 рез
3	Ливгидромаш	Насос ВКС-4/24 с электродвигателем	2	88	1 раб+
		АО12-31-4, 1450 об/мин, 2,2кВт			1 рез
4	ТУ 26-07-1025-75	Задвижка параллельная чугунная			
		с электроприводом 30v915бр Ø 800	14	2660	
5	ГОСТ 19827-74ж	Клапан обратный поворотный			
		однодисковый Ø 800	4	808	
6	ГОСТ 17376	Тройник стальной бесшовный			
		равнопроходный Ø 800	4	471	
7		Отвод стальной с углом 90 Ø 800	10	315	
8	ГОСТ 17378-83	Переход стальной концентрический			
		800/500	4	118	
		800/700	4	48,2	
		800/1000	4	111	
9	Красногвардейский крановый завод	Кран подвесной ручной однобалочный			
		пролетом 10,2м грузоподъемностью 2т	1	960	
10	Комсомольский-на-Амуре завод	Кран мостовой электрический			
	подъемно-транспортного оборудования	пролетом 11м грузоподъемностью 10т	1	17	
11	Гипрокоммунводоканал	Решетка механическая М10Т	3	1800	2раб+1рез
12	Водоприбор	Дросселика Д-3	2	790	1раб+1рез
13		Затвор штуртовой с электродвигателем	4	742	
14		Затвор штуртовой	4	684	
15		Конвейер марки КЛ-1 ленточный			
		стационарный	1		
16		Таль электрическая червячная	1	320	
		грузоподъемностью 2т			

План на отметке +2.100

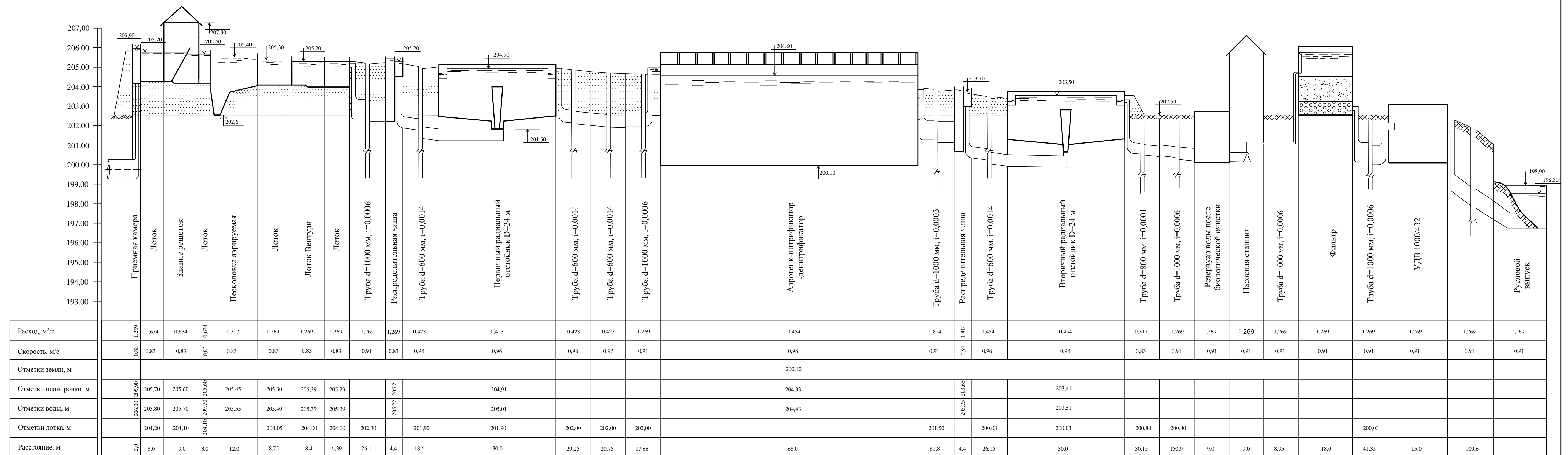


План на отметке -4.000

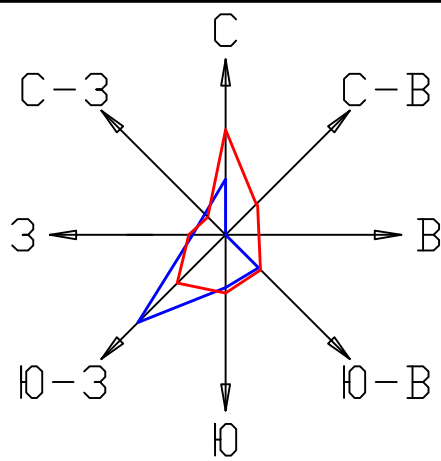


						ДП-270112.65-2016 НС			
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Система водоотведения города	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Ковтюгов С.В.					У	3	10
Руковод.		Приймак Л.В.							
Консульт.		Приймак Л.В.							
Н.Контр.		Приймак Л.В.				Канализационная насосная станция	Кафедра НСЗиС		

Высотная схема движения сточных вод по очистным сооружениям



					ДП-270112.65-2016 ВС			
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный университет			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система водоотведения города	Стация	Лист	Листов
Разраб.		Ковтунов С.В.				у	4	10
Руковод.		Приймак Л.В.						
Консульт.		Приймак Л.В.						
Н. Контр.		Приймак Л.В.			Высотная схема движения сточных вод по очистным сооружениям	Кафедра ИСЗиС		
Зав. кнф.		Сахант Г.В.						



Генплан канализационных очистных сооружений М 1:500

Условные обозначения

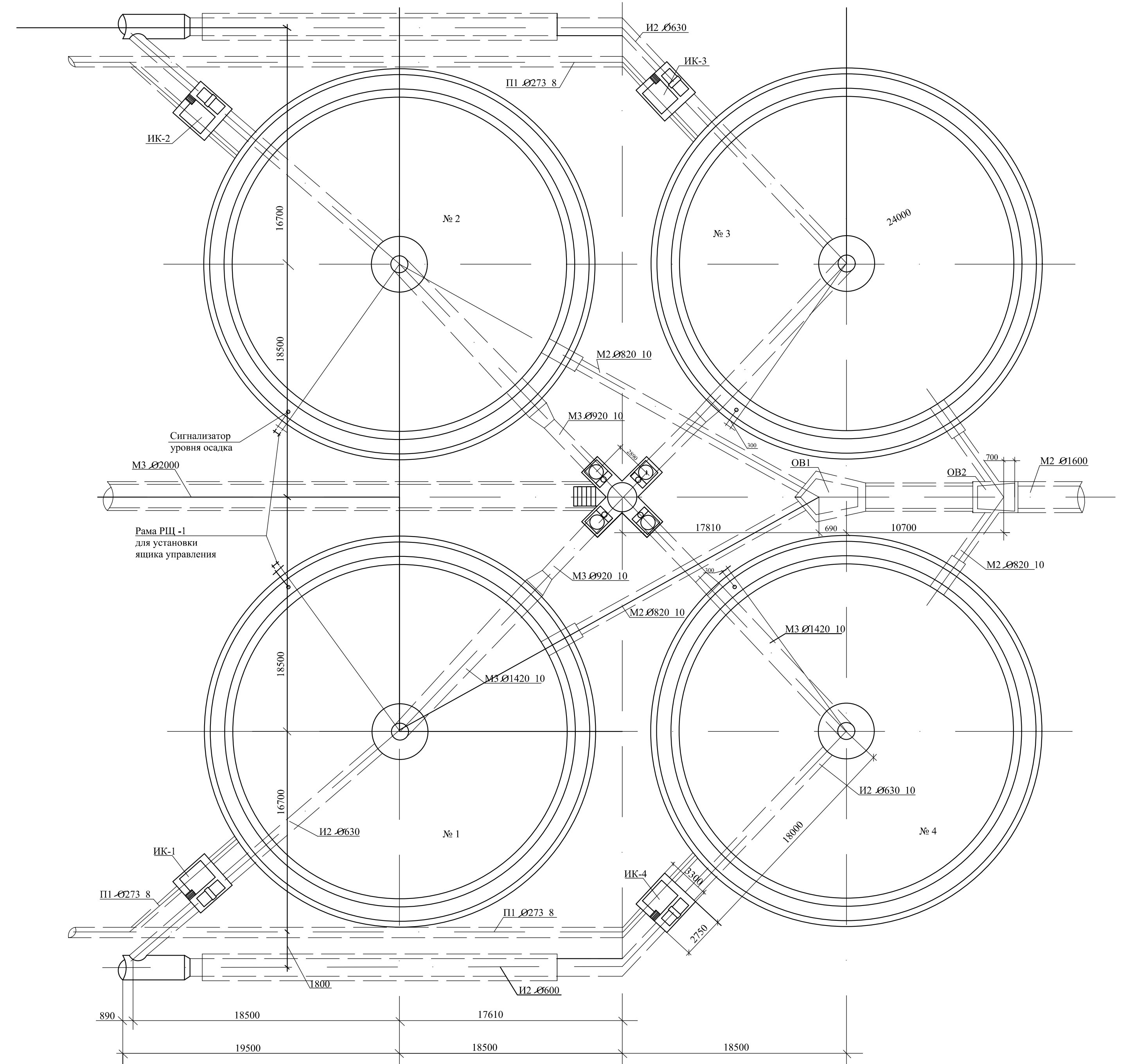
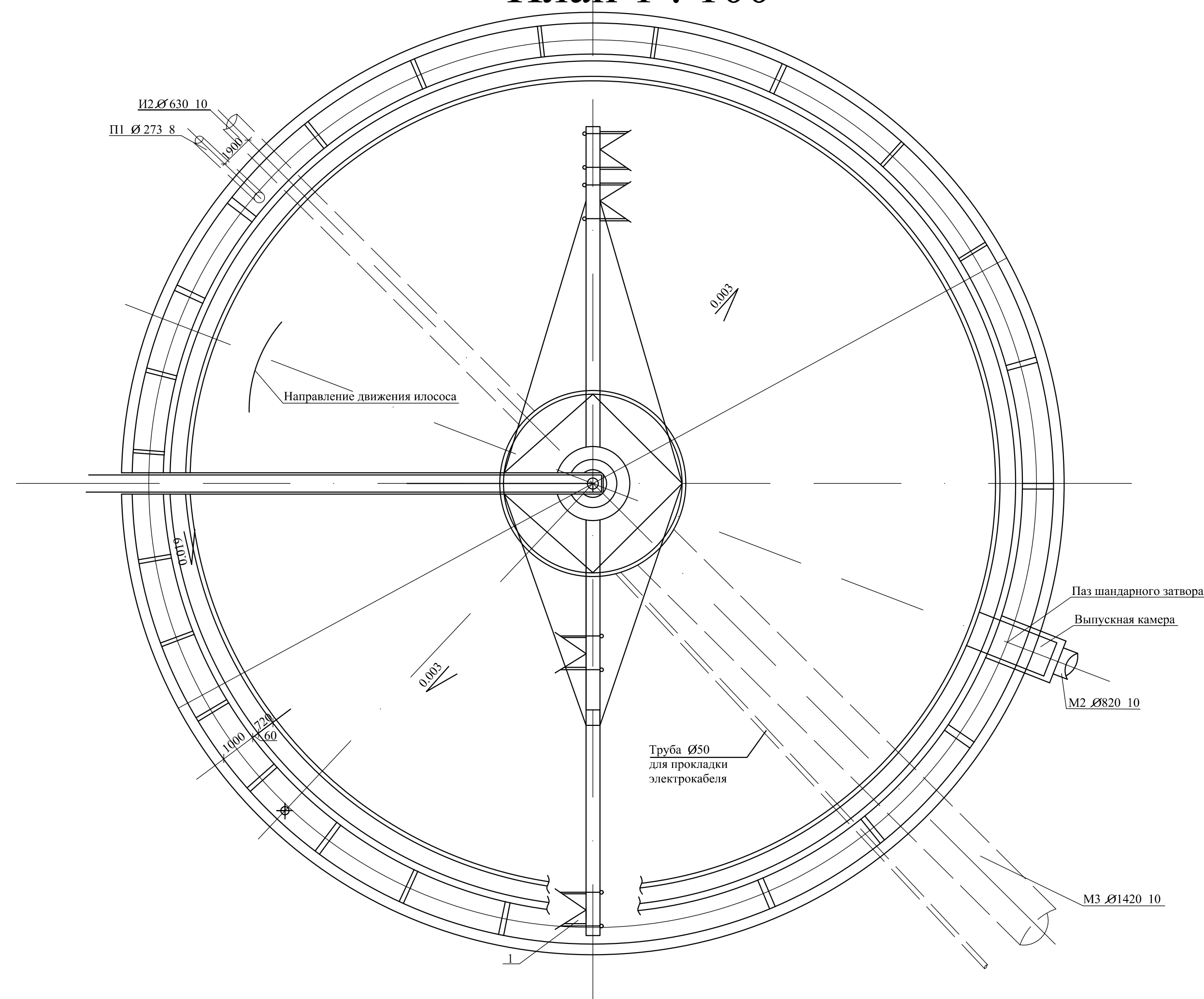
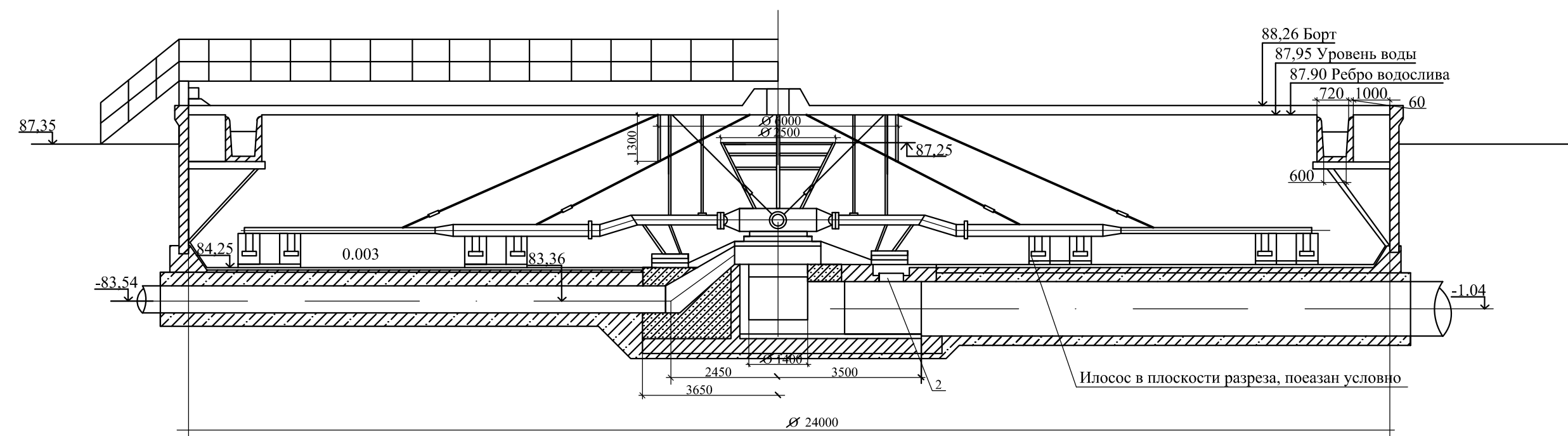
- M1 - сточная вода, поступающая на очистку
- M2 - сточная вода после механической очистки
- M3 - сточная вода после биологической очистки
- И1 - песчаная пульпа
- И2 - плавающие вещества
- И3 - сырой осадок
- И4 - возвратный активный ил
- И5 - избыточный активный ил
- И6 - уплотнённый активный ил
- И11 - уплотнённая смесь сырого осадка и избыточного активного ила
- И14 - сброженный осадок из метантенков
- П1 - аварийный сброс
- П2 - опорожнение
- В1 - хозяйственно-противопожарный водопровод
- В9 - технический водопровод
- М3н - сточная вода подаваемая в блок доочистки
- М4 - сточная вода после фильтров доочистки
- М5 - сточная вода после обеззараживания
- М6н - чистая промывная вода
- М7н - грязная промывная вода
- К1 - хозяйственно-бытовая канализация
- АО - воздухопровод
- ТО - теплотель
- Т7 - паропровод
- Р5 - газопровод
- М8 - сливная вода

Экспликация зданий и сооружений

Поз. обозн.	Наименование	Примечание
1	Приёмная камера ПК-2-70	т.п. 4.902-3
2	Здание решёток с механизированными решётками "Экотон"	т.п. 902-8-234
3	Песколовки азрируемые, В = 4,5 м	т.п. 902-2-27
4	Лоток Винтури	т.п. 902-2-164
5	Распределительная чаша	т.п. 902-2-84/75
6	Отстойники первичные радиальные, Д = 24 м	т.п. 902-2-84/75
7	Жироборник	т.п. 902-2-84/75
8	Насосная станция сырого осадка	т.п. 902-2-84/75
9	Аэротенки с нитрификацией-денитрификацией	
10	Распределительная чаша вторичных отстойников	т.п. 902-2-88/75
11	Отстойники вторичные радиальные, Д = 24 м	т.п. 902-2-88/75
12	Иловая камера	т.п. 902-2-88/75
13	Камера для эрлифтов	
14	Насосно-воздуховдная станция	т.п. 902-2-254
15	Здание УВД	
16	Осадокоуплотнители	
17	Бункеры песка	
18	Блок производственных и бытовых помещений	т.п. 902-9-2
19	Метантенки железобетонные, Д = 12,5 м	т.п. 902-2-227
20	Насосная станция	т.п. 902-2-227
21	Газовый кюск	т.п. 902-2-227
22	Газгольдеры, V = 300 м ³	т.п. 7-07-03/66
23	Котельная	
24	Резервуар хозяйственно-бытовой канализации	т.п. 902-2-254
25	Резервуар технической воды	
26	Резервуар избыточного активного ила	
27	Блок фильтров доочистки	
28	Насосная станция блока доочистки	
29	Резервуар сточной воды после биологической очистки	
30	Резервуар чистой промывной воды	
31	Резервуар грязной промывной воды	

					ДП-270112.65-2016 ОС				
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система водоотведения города	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Ковтунов С.В.				У	5	10	
Руковод.		Приймак Л.В.							
Консулг.		Приймак Л.В.							
Н.Контр.		Приймак Л.В.			Генплан канализационных очистных сооружений М 1:500	Кафедра ИСЗиС			
Зав.каф.		Сакаш Г.В.							

План 1 : 100



Экспликация сооружений

Обозначение	Наименование
-М3-	Поддающий трубопровод иловой смеси
-М2-	Отводящий трубопровод
-И2-	Трубопровод возвратного ила
-И1-	Трубопровод опорожнения

	Распределительная чаша
	Отстойник
	Иловая камера
	Камера ОВ на отводящих трубопроводах

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кг	Приме чание
1	Туймазинский за- вод хим.маш	Илосос ОЗО	1	12384	
2	Нестандартное оборудование	Люк-лаз 600	1	113.4	
3		Сигнализатор уровня осада с фотосенсорным	1	24.2	

						ДП-270112.65-2016 ГО			
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Система водоотведения города	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Котюнов С.В.					У	6	10
Руковод.		Приймак Л.В.							
Консульт.		Приймак Л.В.							
Н.Контр.		Приймак Л.В.				План группы отстойников. План, разрез	Кафедра ИСЗиС		
Зар. раз.		Савин В.В.							

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N
--------------	----------------	--------------

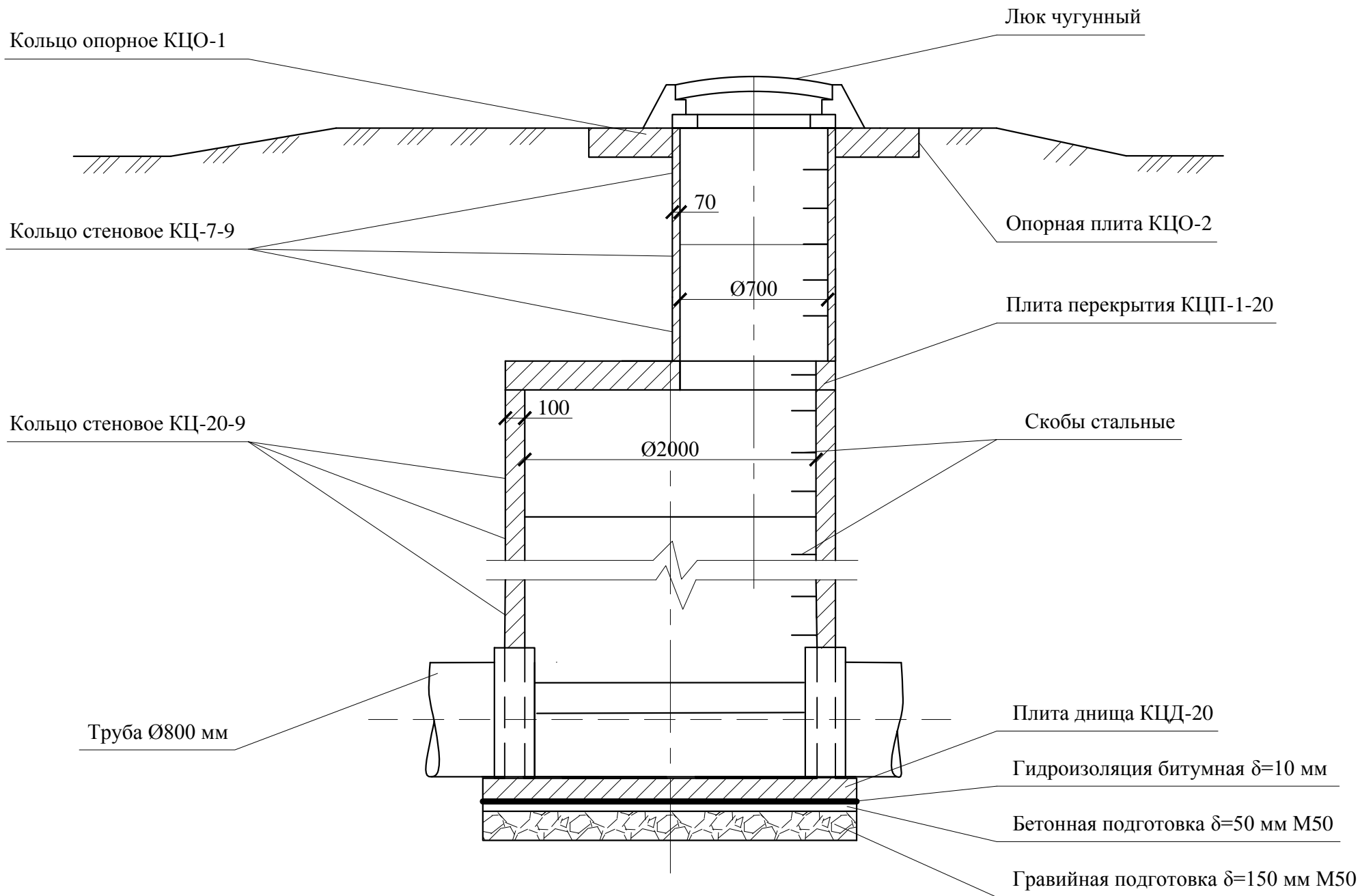


					ДП-270112.65-2016 АСР			
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Система водоотведения города	Страница	Лист	Листов
Разработ.		Ковтунов С.В.				у	7	10
Руковод.		Приймак Л.В.						
Консульт.		Приймак Л.В.						
Н.контр.		Приймак Л.В.			Схема АСР процесса очистки сточных вод в аэротенке	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.		Саваш Г.В.						

Календарный план производства работ

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел-час	Трудоём-ность, чел-час	Наименование машинных механизмов	Продолжитель-ность работ, сут	Коли-чество смен	Количество рабочих в смену	Состав бригады (профессия, состав, количество)	Июль												Август											
		Ед.изм.	Кол-во								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Срез растительного слоя грунта бульдозером	1000 м²	7,14	7,8	55,69	ДЗ-117	3	3	1	Машинист 6 разряда	1х3																							
2	Разработка траншеи экскаватором с обратной лопатой вместимостью 0,65 м в отвал	100 м³	130,65	2,3	300,50	ЭО-4121А	13	3	1	Машинист 6 разряда	1х3																							
3	Разработка траншеи экскаватором с обратной лопатой в транспорт	100 м³	7,43	2,9	21,55	ЭО-4121А	1	3	1	Машинист 6 разряда	1х3																							
4	Доработка траншеи и разработка приямков вручную	1 м³	456,75	2,5	1141,88	Вручную	12	3	4	Землекоп 3 разряда	4х3																							
5	Вывоз грунта на 5 км. КамАЗом 5511 грузоподъемностью 10 т	100 м³	7,43	2,0	14,86	КамАЗ-5511	1	3	1	Шофер II - кл.	1х3																							
6	Укладка труб с помощью крана	1 п.м.	1044	0,3	313,2	КС-3562Б	5	3	3	Монтажники 5 разряда	3х3																							
7	Работа крана на монтаже труб	машина смена	-	0,2	-	КС-3562Б	5	3	1	Машинист 6 разряда	1х3																							
8	Монтаж колодцев с помощью крана	шт.	12	0,5	6	КС-3562Б	1	1	2	Монтажники наружного трубопровода 5 разряда	2х3																							
9	Засыпка грунтом пазух трубопровода с трамбованием	1 м³	359,26	1,2	431,11	Вручную	5	3	4	Землекоп 3 разряда	4х3																							
10	Предварительное гидравлическое испытание	1 км.	1,00	130	130	—	2	3	4	Монтажники наружного трубопровода 5 разряда	4х3																							
11	Засыпка траншеи бульдозером	100 м³	135,22	1,2	162,26	ДЗ-117	7	3	1	Машинист 6 разряда	1х3																							
12	Приемочное гидравлическое испытание	1 км.	1,00	130	130	—	2	3	4	Монтажники наружного трубопровода 5 разряда	4х3																							
13	Планировка площади бульдозером	1000 м²	14,77	1,2	17,72	ДЗ-117	2	2	1	Машинист 6 разряда	1х3																							

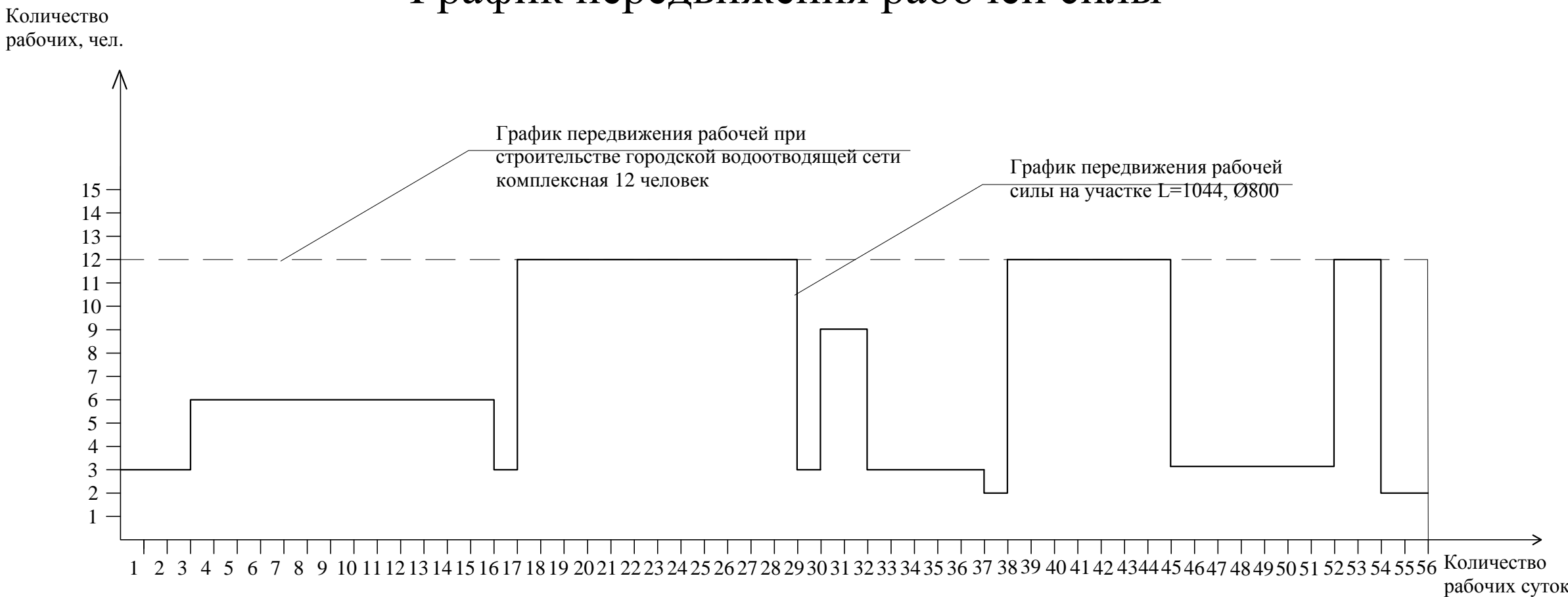
Колодец из сборных ж/б элементов М 1:25



Спецификация

Поз.	Наименование	Марка	Кол.	Примечание
1	Труба стеклопластиковая Ø800	Nelux		m=936 кг
2	Экскаватор с обратной лопатой	ЭО-4121А	1	V.=0,65 м³
3	Автосамосвал	КамАЗ-5511	1	G=10 т
4	Бульдозер	ДЗ-117	1	баз.трак. Т-130.МГ1
5	Кран	КС-3562Б	1	G=10 т, L.=4-10 м
6	Элементы колодцев:			
7	Плита днища	КЦД-20	28	m=940 кг
8	Кольцо стеновое	КЦ-7-9	2	m=380 кг
9	Кольцо стеновое	КЦ-20-9	28	m=1000 кг
10	Кольцо стеновое	КЦ-7-3	28	m=130 кг
11	Плита перекрытия	КЦП1-20	28	m=680 кг
12	Кольцо опорное	КЦО-1	28	m=50 кг
13	Плита опорная	КЦО-2	28	m=800 кг

График передвижения рабочей силы



Баланс объемов земляных работ

Вид работы	Основные параметры выемки			Объем грунта в плотном теле	
	Ширина, м поверху	Глубина, м понизу	Длина, м	Обозначе-ние	Количест-во, м³
Механизированные земляные работы					
Разработка траншеи	5,00	2,03	2,97	999,60	V_M 12823,26
Разработка котлованов под колодцы	6,67	3,70	3,22	44,40	V_M^2 984,36
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	60,94	60,94	0,20	60,94	V_O^a 742,65
Ручные земляные работы					
Разработка недобора	2,03	2,03	0,20	1044	V_P^b 438,69
Рытье прямков	0,50	0,50	1,40	0,30	V_P^b 18,06
Общий объем	—	—	—	—	V 14264,37
В том числе механизированный	—	—	—	—	V_M 13807,62
В том числе ручной	—	—	—	—	V_P 456,75

						ДП 270112.65-2016 КИР								
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Система водоотведения города			Статья	Лист	Листов			
Разраб.		Ковтунов С.В.							У	8	10			
Руковод.		Приймак Л.В.				Календарный план производства работ , железобетонный колодец, график передвижения рабочей силы			Кафедра ИСЗиС					
Консульт.		Приймак Л.В.												
Н.Контр.		Приймак Л.В.												
Зав.каф.		Сакаш Г.В.												

Схема производства работ при прокладке стеклопластикового трубопровода Ø800 L=1044 м М 1:100

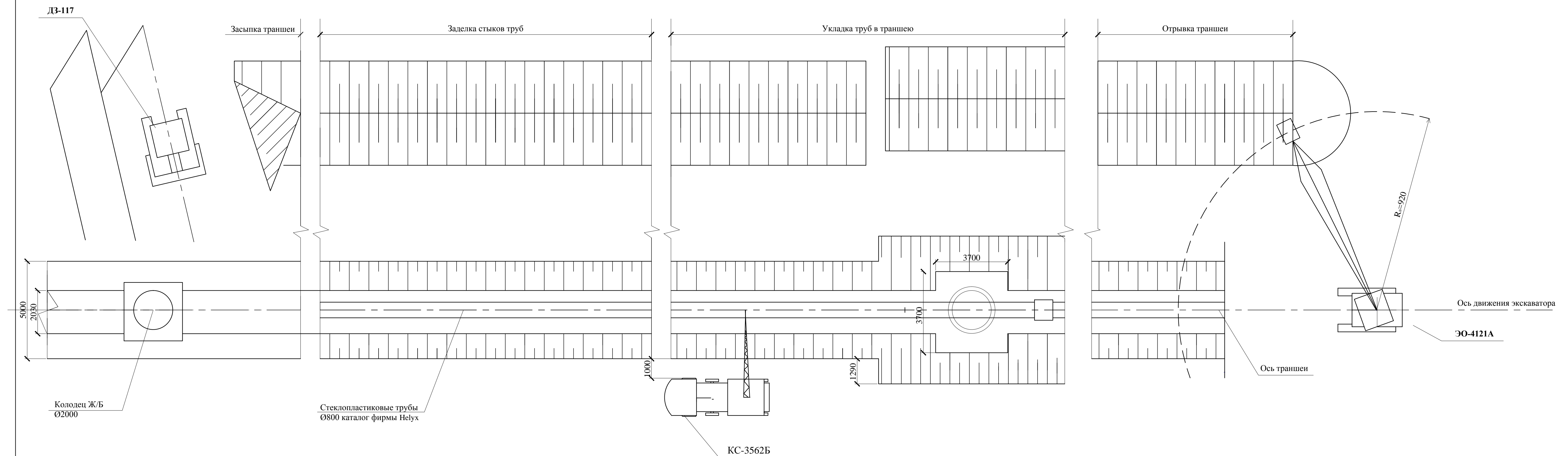


Схема размещения бытовых помещений М 1:100

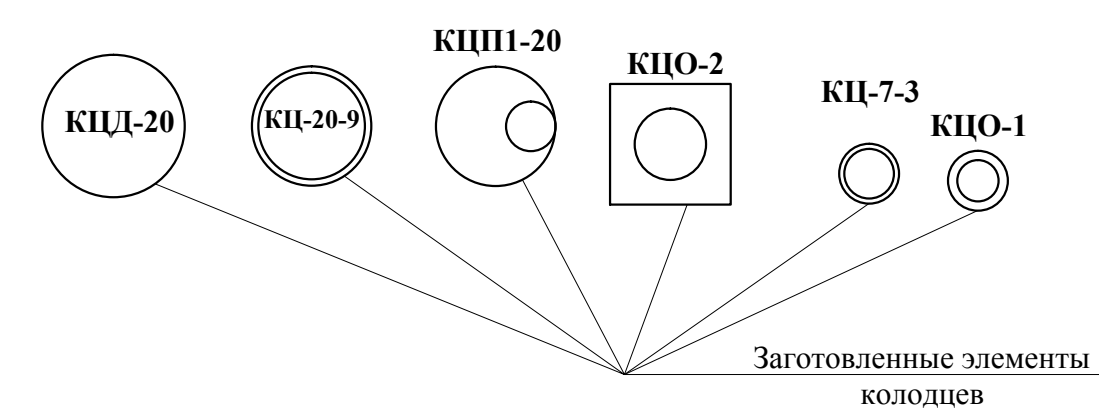
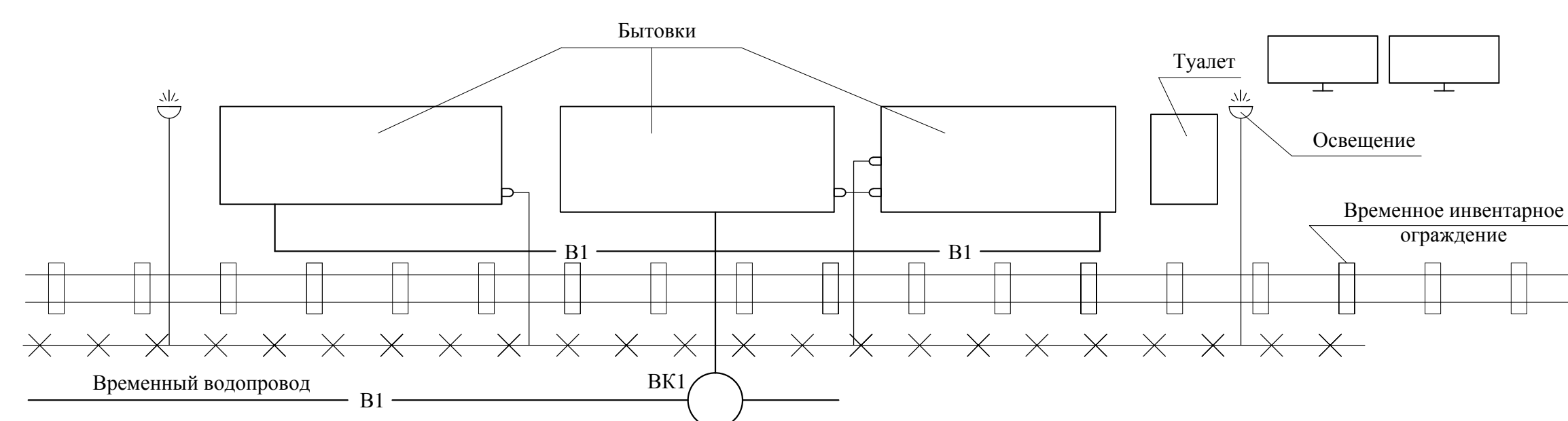


Схема укладки труб автокраном М 1:100

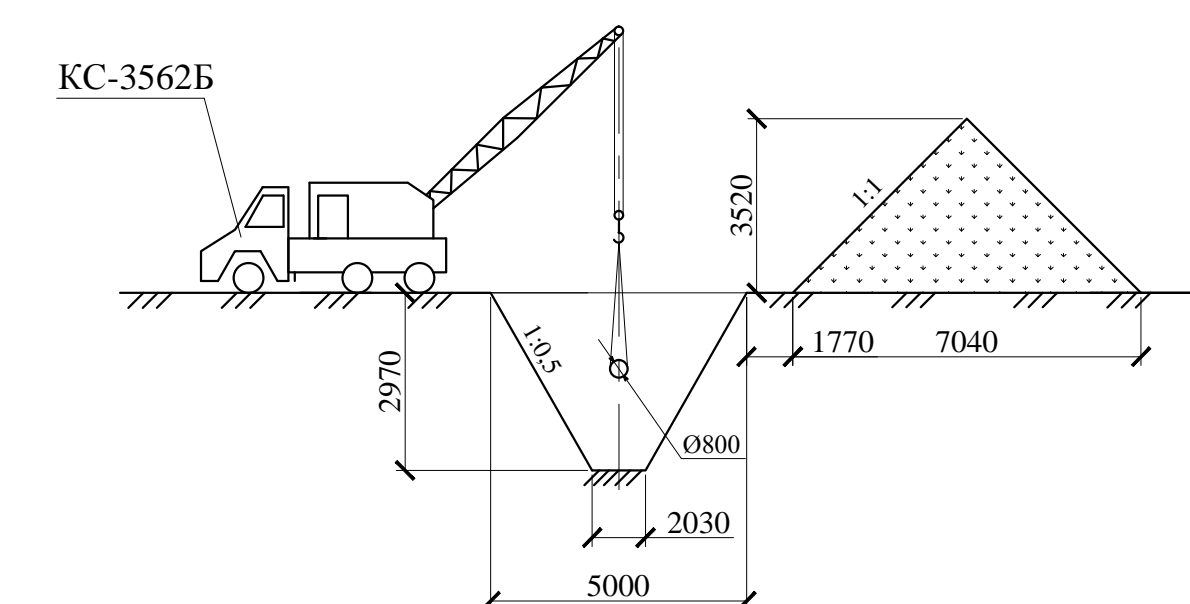


Схема засыпки траншеи бульдозером М 1:100

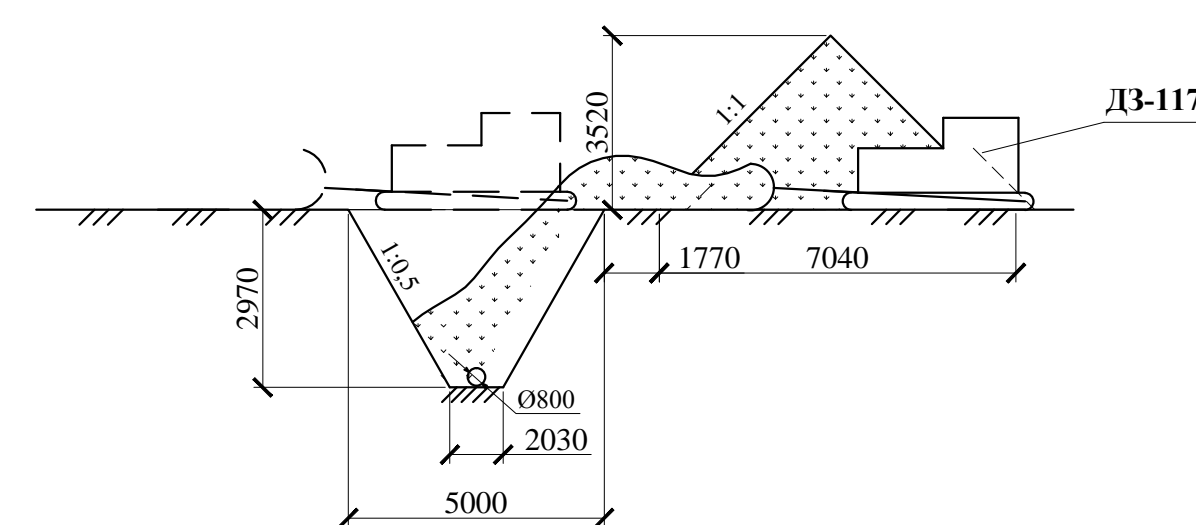
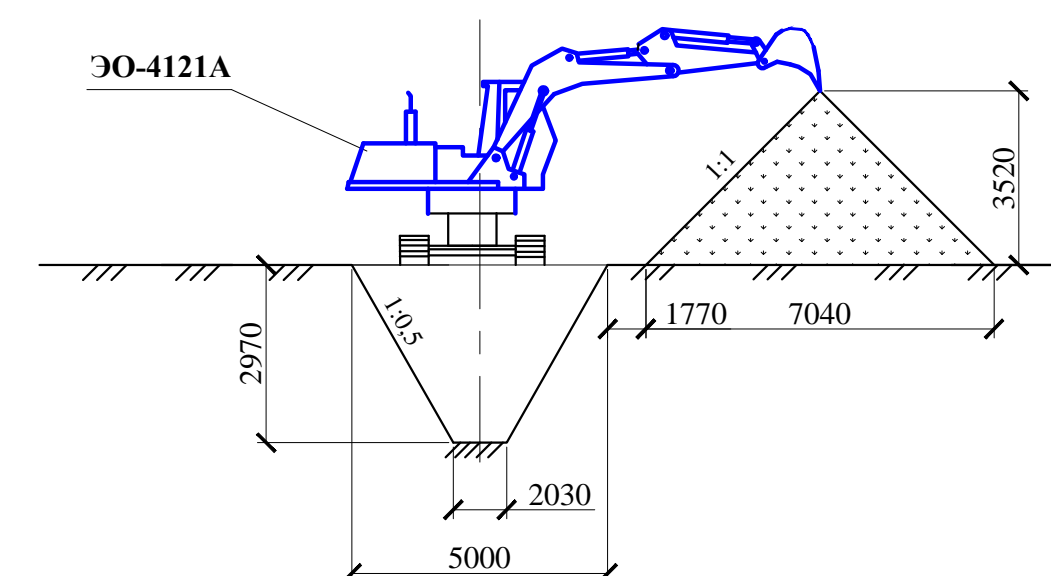


Схема разработки траншеи экскаватором
с обратной лопатой М 1:100

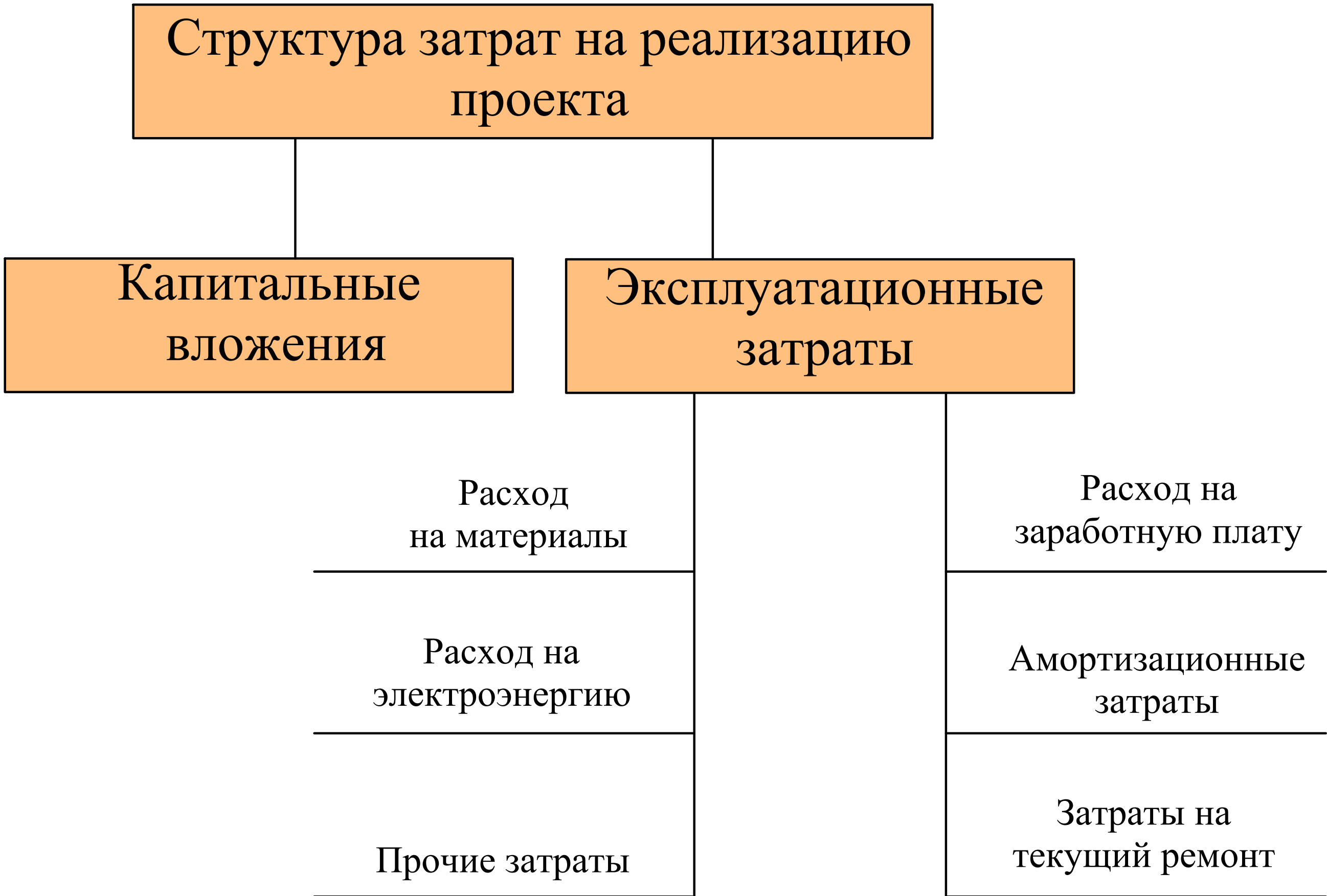
[illegible]

Техноко-экономические показатели

Структура локального сметного расчета по разделам



Структура локального сметного расчета по элементам



Технико-экономические показатели	
Сметная стоимость строительства хозяйственно-бытовой водоотводящей сети, тыс. руб.	84662,67
Стоимость прокладки 1 м трубопровода, руб.	5171,82

						ДП 270112.65 - 2016 ТЭП		
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата		Система водоотведения города	Стация	Лист
Разраб.	Ковтунов С.В.						у	10
Руковод.	Приймак Л.В.							10
Консульт.	Катгорская Т.П.							
Н.Контр.	Приймак Л.В.							
Зав.каф.	Сакан Г.В.					Технико-экономические показатели. Структура локально-сметного расчета по разделам. Структура эксплуатационных затрат.		
						Кафедра ИСЗиС		